Machine Translated by Google

REPRODUCCIÓN
de los animales domésticos

Rodolfo Ungerfeld

eïlSa

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

REPRODUCERE

animalelor domestice

Machine Translated by Google

Deținut de:
© 2020 Grupo Asís Biomedia SL
Plaza Antonio Beltrán Martínez, nr. 1, etajul 8 - litera I (Centrul de afaceri El Trovador)
50002 Zaragoza - Spania

Prima impresie: iulie 2020

Regia editorială: Costanza Smeraldi
Editor principal: Mercedes González Fernández de Castro
Design copertă: Jacob Gragera Artal
Ilustrații: Jacob Gragera Artal

ISBN: 978-84-18339-26-4
DL: Z 780-2020

Design, pre-tipărire și tipărire:
Grupo Asís Biomedia SL www.grupoasis.com info@grupoasis.com

eüiaes este un brand Grupo Asís

Toate drepturile rezervate.
Orice formă de reproducere, distribuire, comunicare publică sau transformare a acestei opere poate fi realizată numai cu autorizația proprietarilor săi, cu excepția cazurilor în care legea prevede altfel. Contactați CEDRO (Centrul Spaniol pentru Drepturi de Reproducere) dacă trebuie să fotocopiați sau să scanați orice parte a acestei opere (www.conlicencia.com; +34 91 702 19 70 / +34 93 272 04 47).

Avertizare:

Știința veterinară este supusă unor schimbări evolutive constante, la fel ca și farmacologia și alte științe. Prin urmare, este responsabilitatea inevitabilă a medicului veterinar clinician, pe baza experienței sale profesionale, să determine și să verifice dozajul, metoda, perioada de administrare și contraindicațiile tratamentelor aplicate fiecărui pacient.

Nici editorul, nici autorul nu își asumă nicio responsabilitate pentru daunele sau pierderile care pot fi cauzate persoanelor, animalelor sau bunurilor ca urmare a utilizării sau aplicării corecte sau incorecte a datelor care apar în această lucrare.

Machine Translated by Google

REPRODUCERE

animalelor domestice

Rodolfo Ungerfeld

eíISA

Machine Translated by Google

Mulțumiri

În primul rând, aș dori să le mulțumesc autorilor pentru colaborare. Toți, scriind din diferite părți ale lumii, au contribuit la actualizarea, dinamismul și relevanța cărții pentru generarea de cunoștințe pe fiecare subiect. Vă mulțumesc foarte mult!

De asemenea, le mulțumesc întregii echipe Edra și Grupo Asís pentru munca și sprijinul lor extraordinare. constantă pentru editarea acestei cărți.

În plus, aș dori să-mi exprim recunoștința specială față de Universitatea Republicii Uruguay și Facultatea de Medicină Veterinară, unde am lucrat timp de aproape 30 de ani, pentru toate oportunitățile de dezvoltare profesională pe care le oferă. Cei care doresc să urmeze această carieră au o oportunitate și o platformă excelentă pentru dezvoltarea lor științifică și profesională.

Publicarea acestei cărți este punctul culminant al anilor de cercetare asupra diverselor aspecte ale reproducerii animale. Prin urmare, sunt deosebit de recunoscător celor care m-au inițiat și m-au îndrumat pe acest drum: Edgardo Rubianes și Mats Forsberg. Am avut norocul să am doi mentori a căror preocupare principală a fost să încurajeze puternic dezvoltarea tuturor celor care au interacționat cu ei. Aceasta este, fără îndoială, o calitate foarte valoroasă și una care nu este atât de comună în această mică lume academică.

Doresc să le mulțumesc coautorilor mei de-a lungul acestor ani de cercetare dedicată. Am avut ocazia să lucrez alături de oameni de știință de renume mondial, precum și de cei care abia își încep activitatea în acest domeniu. Am învățat enorm de la toți, atât la nivel bun, cât și la nivel rău. Există întotdeauna rezultate pozitive care permit ca următorul experiment, următoarea colaborare, următorul rol consultativ sau următorul articol să aibă ceva nou, ceva în plus, rezultat din cunoștințele acumulate prin interacțiunea cu fiecare dintre ei de-a lungul tuturor acestor ani. În acest context, relațiile cu colegii, studenții și numeroșii prieteni pe care i-am făcut în această subcultură sunt, fără îndoială, o parte centrală și unul dintre cele mai satisfăcătoare aspecte ale acestei lucrări.

De asemenea, faptul că avem atât de mulți prieteni din țări diferite cu care este foarte ușor să găsim puncte comune continuă să ne permită să gândim și să credem că activitatea colectivă este cea care ne permite să depășim individualismul în toate domeniile.

Bineînțeles, vreau să le mulțumesc și colegilor, prietenilor și coautorilor mei din țara și instituția mea, care își aduc contribuția în fiecare zi pentru a contribui la dezvoltarea științei de înaltă calitate. Printre aceștia, vreau să-i menționez în mod special pe colegii mei din departamentul meu, atât cei din trecut, cât și cei din prezent, deoarece ei sunt cei care își asumă întotdeauna sarcinile care permit succesul unor proiecte precum acest manual.

Această carte se adresează studenților, care sunt forța motrice din spatele predării noastre, de la care învățăm la fiecare oră, cu fiecare întrebare, fiecare critică și fiecare comentariu. Crearea acestui material a apărut din recunoașterea unei nevoi exprimate de mulți studenți din diverse țări. Într-adevăr, ei sunt cei care ne cer să fim la curent în fiecare zi. Sper că acest manual le va răspunde nevoilor și îi va ajuta să găsească informațiile necesare, dar mai presus de toate, că îi va motiva să aprofundeze aceste subiecte și să atingă rapid un nivel de competență care să îl depășească pe al nostru.

În final, vreau să dedic această carte celor patru femei care acoperă mereu ariergarda: Pamela, Mariana, Aline și mama mea, care sunt un sprijin continuu în atingerea acestor realizări.

Machine Translated by Google

Autor

RODOLFO UNGERFELD

Rodolfo Ungerfeld a absolvit Universitatea Republicii (Uruguay), unde a obținut și un master în Fiziologie.
Ulterior, a obținut doctoratul de la Universitatea de Științe Agricole din Uppsala (Suedia).

Lucrează ca profesor titular de Fiziologie la Facultatea de Medicină Veterinară a Universității Republicii (Uruguay).
Subiecte de cercetare legate de reproducere și comportament la rumegătoare, inclusiv ovine, caprine, bovine și rumegătoare sălbatice (cum ar fi căprioarele).

Până în 2020, a publicat peste două sute de articole în reviste științifice de renume și mai multe capitole de...
manuale. Este membru al consiliilor editoriale ale Animal, Știința producției animale, Teriogenologie, Acta Veterinaria Scandinavica (Uruguay).

A participat la activități de cercetare și predare în colaborare cu grupuri de cercetare din Argentina, Brazilia, Republica Cehă, Chile, Spania, Franța, Japonia, Mexic, Turcia și Venezuela. De asemenea, a predat cursuri și a supervizat studenți absolvenți din mai multe dintre aceste țări. A fost evaluator de programe de masterat și cercetători pentru instituții din Mexic, Paraguay și Venezuela.

În 2002, a publicat o primă ediție în Uruguay a Reproducere în animalele lucrătorii casnici.

Machine Translated by Google

Colaboratori

Gustavo M. Somoza L Biol, PhD (Argentina) William Pérez MSc, PhD (Uruguay) Andrés Vera Cedeño MV, MSc (Ecuador)
Gabriel Amílcar Bo MV, MVS, PhD (Argentina) Alejo Menchaca DMTV, MSc, PhD (Uruguay) Marcelo Ratto MV, MSc, PhD (Chile) Alejandro Bielli DMTV, MSc, PhD (Uruguay)
Jorge Gil-Laureiro DMTV, MSc, dr. (Uruguay) Julián Santiago-Moreno LV, dr. (Spania) Lucía Martínez Fresneda LV, dr. (Spania) Belén Martínez Madrid LV, dr. (Spania)
Adolfo Toledano Díaz LV, PhD (Spania) Cristina Castaño LV (Spania)

Antonio López-Sebastián LV, PhD (Spania) John P Kastelic DVM, MS, PhD, ACT (Canada) Guilherme Rizzoto MV (Canada)

José Alberto Delgadillo MVZ, MSc, PhD (Mexic) Luis Ángel Zarazaga LV, PhD (Spania) Rodolfo Luzbel de la Sota MV, MSc, PhD, DECAR (Argentina)

Laura Vanina Madoz MV, dr. (Argentina) María Jaureguiberry MV, dr. (Argentina) Luis Ernesto Quintero MVZ (Argentina) Francisco Sales MV, dr. (Chile) Óscar A.
Peralta MV, MSc, PhD (Chile) Víctor H. Párraguez MV, MSc, PhD (Chile) Charles E. Roselli AB, PhD (Statele Unite ale Americii)
Peter Chenoweth BVSc, PhD, DACT, MANZCVSc (Australia)
Antonio Landaeta-Hernández (Venezuela)
Agustín Orihuela (Mexic)
Joanna Maria Gonçalves Souza-Fabjan MV, MSc, PhD (Brazilia)
Ribrio Ivan Tavares Pereira Batista, Biolog, MSc, PhD (Brazilia)
Jeferson Ferreira da Fonseca MV, MSc, PhD (Brazilia) Pascal Mermillod Biol, MSc, PhD (Franța)
Claudio Barbeito MV, PhD (Argentina)
Raquel Pérez-Clariget DMTV, MSc, PhD (Uruguay) Frederic Lévy MSc, PhD, HDR (Franța)
Raymond Nowak, doctor în științe umane (Franța), German Ariel Domínguez MV (Argentina)
Santiago Corva MV (Argentina)
Santiago Pérez Wallace Vet, PhD (Argentina) María Alejandra Stornelli MV, dr. (Argentina) María Cecilia Stornelli MV, dr (Argentina) Romina Núñez Favre MV, dr. (Argentina) Felipe Zandonadi Brandão MV, MSc, PhD (Brazilia) Maria Emilia Franco Oliveira MV, MSc, PhD (Brazilia) Eunice Oba MV, MSc, Doctorat (Brazilia)
Viviane Maria Codognoto MV, MSc (Brazilia)
Ana Alonso, doctor în medicină (Argentina)
Graciela Chaves DVM (Argentina)
Marcelo Miragaya DVM, MSc, PhD (Argentina)
Joaquín Gadea LV, dr. (Spania)

Machine Translated by Google

Prolog

Toți indivizii provin dintr-o singură celulă, ovulul nou fertilizat, care se înmulțește pentru a da naștere unui individ complex cu numeroase țesuturi care comunică și se armonizează pentru a produce o nouă ființă, capabilă să interacționeze cu mediul său și cu ceilalți membri ai speciei sale și care va avea, de asemenea, urmași. Reproducerea, un mecanism subtil și minunat inventat de natură, permite generarea unor urmași aproape identici cu părinții lor. Descendenții au caracteristici foarte asemănătoare, specifice speciei și ușor de recunoscut, dar și apropiate de cele ale părinților lor, cu care prezintă o anumită asemănare, constituind rase sau linii cu caracteristici care variază între rase, dar rămân stabile în timp. Cu toate acestea, urmașii nu sunt copii identice, nu sunt clone, ci indivizi noi rezultați din amestecarea alelelor în timpul meiozei, care a avut loc în timpul dezvoltării gameților. Prin urmare, acești urmași sunt „aproape" identici și în acest „aproape" rezidă întreaga putere a reproducerii sexuate la ființele vii. Reproducerea este mecanismul care permite evoluția tuturor speciilor din natură și

În aceasta se bazează tot progresul agriculturii de la inventarea sa, acum mai bine de unsprezece mii de ani. Adaptare
generațiilor succesive într-un mediu în schimbare este unul dintre cheile supraviețuirii populațiilor naturale în mediul lor. Progresul genetic, posibil prin controlul reproducerii plantelor și animalelor, a permis o creștere uriașă a randamentelor agricole, ducând la satisfacerea nevoilor alimentare ale populației.

umanitate.

Controlul reproducerii animalelor, împreună cu dezvoltarea unor legături strânse între oameni și animale, a fost esențial pentru domesticirea diferitelor specii utilizate astăzi în producția animalieră. Dovezile arheologice din istoria domesticirii, datând de mai bine de unsprezece mii de ani, arată schimbări în raportul mascul-femelă și în vârsta animalelor, demonstrând că controlul reproducerii a fost un instrument principal al domesticirii.

După această perioadă, și în special în ultimii șaptezeci de ani, progresele științifice și tehnice în cercetarea în domeniul estimării valorii genetice a animalelor de fermă, precum și în tehnicile de control,

Tehnicile de reproducere, inclusiv inseminarea artificială, au condus la progrese remarcabile. De exemplu, inseminarea artificială cu spermă congelată la bovine permite separarea unui număr mare de urmași per taur în timp și spațiu, făcând posibilă determinarea cu precizie a valorii lor genetice și apoi diseminarea acesteia în cadrul populației. Chiar dacă există diferențe semnificative între specii în ceea ce privește tehnicile utilizate, progresele substanțiale în ameliorarea genetică au fost întotdeauna asociate cu un control eficient al reproducerii.

Pentru producătorii moderni și predecesorii lor neolitici, controlul reproducerii animalelor de fermă este, de asemenea, foarte util pentru alinierea nevoilor turmei cu disponibilitatea alimentelor și cerințele pieței. Controlul reproducerii permite, de asemenea, crearea unor grupuri omogene de animale, ceea ce facilitează gestionarea și sacrificarea acestora. În cele din urmă, controlul reproducerii permite o mai bună planificare a activităților din cadrul turmei, facilitând organizarea muncii agricole și a perioadelor de odihnă.

Pentru producători, medici veterinari, agronomi și tehnicieni care lucrează în ferme, controlul reproducerii
Începe cu o înțelegere profundă a mecanismelor implicate în reproducere. Animalele sunt ființe vii; abilitățile, acțiunile și comportamentele lor sunt rezultatul unei combinații subtile a...

propriile lor caracteristici și reacțiile de adaptare la mediu. Nu sunt mașini, ci ființe vii, cu o fiziologie complexă a cărei funcționare trebuie bine înțeleasă. Anatomia și fiziologia ambelor sexe constituie bazele esențiale pe care se bazează toate intervențiile veterinare și gestionarea turmei și sunt elemente indispensabile care trebuie cunoscute pentru a înțelege fenomenele temporale care au loc în timpul vieții reproductive, în timpul anotimpurilor anului și

în timpul interacțiunilor dintre indivizi.

Machine Translated by Google

În prezent, înțelegerea comportamentului animalelor de fermă este considerată esențială pentru ca producătorii să le poată crește în condiții de bunăstare și să faciliteze gestionarea zilnică a turmei. În special, comportamentele sexuale ale masculilor și femelelor, care rezultă din factori neuroendocrini, precum și interacțiunile dintre indivizi, trebuie luate în considerare în mod imperativ, deoarece acestea influențează semnificativ rezultatele fertilității și, prin urmare, rentabilitatea economică a turmelor. În mod similar, comportamentele materne și ale nou-născuților, care au făcut obiectul unor cercetări aprofundate în ultimii ani, sunt elemente esențiale care trebuie înțelese în detaliu pentru a limita mortalitatea, a asigura o creștere reușită și a obține performanțe economice bune din turmă.

În cele din urmă, mediul în care sunt crescute animalele domestice le afectează reproducerea. În special, fotoperioada, sau numărul de ore de lumină naturală, este unul dintre principalii sincronizatori ai activității sezoniere la ovine și caprine din zonele temperate. Alți factori includ interacțiunile comportamentale dintre indivizi, dieta, sistemul de producție, temperatura ambientală și, mai rar, altitudinea la care sunt adăpostite animalele. Toți acești factori modulează funcția reproductivă într-o măsură mai mare sau mai mică, în funcție de sistemul de producție și de genotipul animalelor. Atunci când un medic veterinar, un agronom sau orice tehnician lucrează la o fermă, se confruntă cu un grup de animale dintr-un sistem de producție specific. Prin urmare, trebuie să aibă o înțelegere cuprinzătoare bazată pe diverse elemente ale cunoștințelor reproductive. Acest lucru este o provocare, deoarece trebuie să integreze toate cunoștințele lor pentru o singură fermă și este, de asemenea, foarte interesant, deoarece fiecare fermă este unică și necesită o abordare specifică.

Fără îndoială, această carte va oferi cititorilor toate elementele care permit o înțelegere excelentă a fenomene care guvernează reproducerea animalelor și integrarea lor în viziunea de ansamblu necesară acțiunii.

Philippe Chemineau, doctor în filosofie
Director Emerit de Cercetare
INRAE, CNRS, Universitatea François Rabelais, IFCE,
Fran a

Prefa ă

Pentru ca o specie, rasă sau populație să supraviețuiască, indivizii care o alcătuiesc trebuie să se reproducă și să lase urmași viabili. În general, se presupune că motivația de a lăsa urmași - și, prin urmare, de a transfera genele acestora -
Este forța motrice centrală a vieții oricărui animal. Cu toate acestea, în fiecare sistem de producție, obiectivul reproductiv se bazează pe nevoia de producție de carne sau lapte, indiferent de „voința” indivizilor implicați. Deși din ce în ce mai multe tehnici de reproducere sunt încorporate pentru a atinge aceste obiective, biotehnologiile nu pot oferi rezultate de succes fără o înțelegere adecvată a mecanismelor care stau la baza vieții oricărui animal.

Publicarea acestei cărți a apărut dintr-o nevoie identificată în rândul studenților și profesioniștilor din mai multe țări, care aveau nevoie de o carte pentru a aprofunda fiziologia reproducerii, în special în textele de fiziologie veterinară.

Materia este cuprinsă într-un cadru general, limitând profunzimea și actualizarea fiecărui subiect. Manualele de reproducere aplicată presupun adesea o înțelegere prealabilă a fiziologiei reproductive, așa că o revizuiesc doar. Cu toate acestea, pentru a aplica cu succes diferite tehnici și practici reproductive, este din ce în ce mai necesar să se înțeleagă mecanismele care influențează răspunsurile.

Criteriul central pentru această carte a fost ca fiecare subiect să fie scris de cineva care cerceta în prezent sau cercetase recent subiectul, astfel încât să se poată obține o perspectivă actualizată și amplă asupra acestuia.
În plus, fiecare capitol se bazează pe o bibliografie cu referințe, multe dintre ele recente, permițând celor interesați să consulte sursele originale. Pentru studenți, scopul este de a oferi materiale de suport actualizate și dinamice, care să prezinte subiectul într-un mod simplu, dar cuprinzător. În plus, modul în care sunt prezentate subiectele

Machine Translated by Google

Le permite studenților să internalizeze procesele de generare a cunoștințelor și care sunt sursele de referință pentru aprofundarea fiecărui subiect. Pentru profesioniști - profesioniștilor, scopul a fost de a le oferi materiale de sprijin care să le permită accesul la informațiile pe care Ei trebuie să ia decizii.

Cartea este organizată în secțiuni tematice, formate din mai multe capitole. De-a lungul acesteia, sunt prezentate diferite aspecte ale reproducerii generale, uneori folosind ca referință speciile cele mai studiate.

Aceasta înseamnă că, deși poate exista un dezechilibru în ceea ce privește acoperirea anumitor specii, acesta este o consecință a stării actuale a cunoștințelor. În plus, pentru a completa informațiile furnizate în unele capitole care nu dispun de date pentru anumite specii, la final este inclusă o secțiune care rezumă informațiile reproductive ale principalelor specii domestice. Această secțiune își propune să evite repetițiile, concentrându-se pe puncte care nu sunt acoperite în capitolele principale și folosind fiecare specie ca punct de referință.

În concluzie, sperăm că această lucrare va servi drept material de sprijin pentru mulți studenți și profesioniști interesați de acest subiect, că aceștia vor putea găsi cu ușurință informațiile care îi interesează și că îi va motiva să aprofundeze acest domeniu fascinant al cunoașterii.

Rodolfo Ungerfeld

Machine Translated by Google

Cuprins

SECȚIUNEA 1 - ENDOCRINOLOGIE REPRODUCTIVĂ 1

CAPITOLUL 1 Principalii hormoni legați de reproducere ....

Steroizi sexuali..... 4
Prostaglandină F2a 6
Melatonină 6

CAPITOLUL 2 Axa hipotalamo-hipofizară la mamifere ..... 8 Sistemul hipotalamo-hipofizar ..... 8 Hormoni de eliberare a gonadotropinei (GnRH) 9
Kisspeptină..... 10 Hormoni inhibitori ai gonadotropinei (GnIH) 10

SECȚIUNEA 2 - FIZIOLOGIA REPRODUCERE LA FEMININĂ 13

CAPITOLUL 3 Anatomia organelor genitale feminine 15
Ovare 17
Trompele uterine..... 19
Uter 19
Vagin 20
Vestibul 20
Vulva și clitorisul 20

CAPITOLUL 4 Fiziologia ciclului estral și a ovulației..... 21 Faza foliculară și ovulația..... 22

CAPITOLUL 5 Fiziologia corpului luteal și a luteolizei ..... 26 Formarea corpului luteal ..... 26 CAPITOLUL 6 Dinamica foliculară la bovine.....31

Dinamica foliculară în timpul ciclului estral la bovinele adulte 31

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 7 Dinamica foliculară la rumegătoarele mici 36

Valuri de dezvoltare foliculară..... 36

Recrutarea și dominanța foliculară..... 38 Controlul endocrin al dinamicii foliculare..... 38

CAPITOLUL 8 Specii cu ovulație indusă 40

Dovezi ale mecanismului de ovulație indusă ..... 40 Receptivitate sexuală ..... 42 Neuropeptide și neurotransmițători la ovulatorii induși 42

SECȚIUNEA 3 - FIZIOLOGIA

REPRODUCERE LA MASCULIN

45 de ani

CAPITOLUL 9 Anatomia organelor genitale masculine 47

Învelișuri testiculare 47

Testicul și cordonul spermatic..... 47 Cordonul spermatic ..... 49 Canalele spermatice ..... 49 Glandele genitale accesorii 49

Stilou..... 51

CAPITOLUL 10 Controlul hormonal al activității testiculare 54

Morfofiziologia testiculară..... 54 Axa hipotalamo-hipofizo-testiculară..... 55

CAPITOLUL 11 Spermatozoidul, de la spermatie până la fertilizare.....59

Evenimente ulterioare spermei ..... 59 Tranzitul spermatozoizilor ..... 59 Maturarea și depozitarea spermatozoizilor ..... 60 Ejaculatul și plasma seminală ..... 60 Spermatozoizii în tractul feminin ..... 61 CAPITOLUL 12 Fiziologia spermei..... 63 Maturarea epididimală a spermatozoizilor ..... 63 Plasma seminală și funcția spermatozoizilor ..... 64 Capacitarea și reacția acrozomală..... 64 Metabolismul spermatozoizilor..... 65

CAPITOLUL 13 Termoreglarea testiculară 70

Machine Translated by Google

Rolul vaselor de sânge în termoreglarea scrotală/testiculară..... 70
Surse de căldură testiculară..... 70
Alte contribuții la răcirea testiculelor 70
Termoreglarea scrotală/testiculară la taurii Bos taurus , Bos indicus ¡ cruciați 71
Patogeneza modificărilor morfologiei spermatozoizilor induse de căldură
..... 72
Efectele creșterii temperaturii asupra celulelor testiculare..... 72

SECȚIUNEA 4 - INFLUENȚE ASUPRA MEDIULUI ÎN REPRODUCERE 75

CAPITOLUL 14 Sezonalitatea sexuală sau reproductivă 77
Sezonalitatea reproductivă și controlul său fotoperiodic 77

CAPITOLUL 15 Stimuli sociosexuali și reproducere 82
Inducerea ovulației în timpul anestrului sezonier la ovine și caprine ..... 82 Căi de stimulare ..... 83 Caracteristicile masculilor ..... 84 Pretratamente cu progesteron ..... 84 Utilizarea efectului masculin în alte situații fiziologice la rumegătoarele mici 84 Biostimularea la bovine..... 84 Efectul masculin la porcine 85

CAPITOLUL 16 Influențele dietei asupra reproducerii ..... 86 Efectele nutriției asupra reproducerii ..... 86 Mediatorii nutriției asupra reproducerii ..... 88 CAPITOLUL 17 Efectele stresului asupra reproducerii..... 91
Răspunsul la stres..... 91 Efectele stresului asupra reproducerii..... 93 Câteva exemple de efecte negative ale stresului asupra reproducerii..... 93

CAPITOLUL 18 Stresul termic și reproducerea..... 96 Impactul stresului termic asupra reproducerii..... 97

CAPITOLUL 19 Efectele altitudinii asupra reproducerii..... 99

SECȚIUNEA 5 - COMPORTAMENT

Machine Translated by Google

REPRODUCTIV 103

CAPITOLUL 20 Controlul neuroendocrin al comportamentului sexual 105
Componentele comportamentului sexual..... 105
Programarea comportamentului reproductiv..... 105
Exprimarea comportamentului sexual la vârsta adultă..... 107
Inițierea și controlul comportamentului sexual .....
108 Comportamentul homosexual la animalele domestice 109

CAPITOLUL 21 Comportamentul sexual al taurului 110
Reglarea endocrină a comportamentului sexual..... 110 Aspecte
ale comportamentului sexual la tauri ..... 110 Evaluarea
comportamentului sexual la tauri 112
De ce este necesară evaluarea libidoului la tauri? .....
112 Factori care afectează libidoul..... 112
Limitări ale evaluării libidoului la tauri 114
Nevoi imediate 114

CAPITOLUL 22 Comportamentul sexual al berbecilor și țapilor 116
Comportament sexual..... 116

CAPITOLUL 23 Ierarhie, dominanță și comportament sexual la bărbați
.....120
Procesul de formare și stabilizare a ierarhiei sociale..... 121
Caracteristici legate de rangul social 122
Efectele ierarhiei asupra performanței reproductive 123

CAPITOLUL 24 Comportamentul sexual la femele și copulația 125
Controlul endocrin al estrusului 125
Comportamente care alcătuiesc estrusul..... 125
Copulație ..... 127 Post-
copulă..... 128

SECȚIUNEA 6 - PUBERTATEA ȘI SARCINA 131

CAPITOLUL 25 Fiziologia pubertății 133
Mecanismul endocrin al debutului pubertății.....
133 Factori care modifică debutul pubertății 135

Machine Translated by Google

Factori de mediu 136

CAPITOLUL 26 Fertilizarea și dezvoltarea embrionară timpurie.....138

Transportul gameților ....

Dezvoltarea embrionară timpurie 139

CAPITOLUL 27 Recunoașterea sarcinii de către mamă 143

Rumegătoare..... 144

Cai..... 145

Suini..... 146

Alte specii 147

CAPITOLUL 28 Placenta și placentația la mamiferele domestice 148

Clasificări ale placentelor ....

CAPITOLUL 29 Endocrinologia sarcinii.....156

CAPITOLUL 30 Programarea fetală a activității reproductive prin malnutriție
..... 160

Efecte asupra reproducerii urmașilor de sex feminin 160

Efecte asupra reproducerii urmașilor de sex masculin 161

SECȚIUNEA 7 - NAȘTEREA ȘI POSTPARTUMUL 165

CAPITOLUL 31 Endocrinologie și mecanismul travaliului 167

CAPITOLUL 32 Stabilirea relației mamă-pui la ovine: factori determinanți
senzoriali și fiziologici 171

Începutul motivației materne..... 171

Comportamentul neonatului..... 173

Începutul unei legături reciproce 173

CAPITOLUL 33 Anestru postpartum la vacă carne 176

CAPITOLUL 34 Anestrus postpartum la vaca de lapte..... 181

Cauzele anovulației 181

Tratamentul anovulației 183

Chisturi 184

Machine Translated by Google

SECȚIUNEA 8 - FIZIOLOGIA REPRODUCTIVĂ COMPARATIV 187

CAPITOLUL 35 Fiziologia reproductivă la câini..... 189
Pubertate 189
Etapele ciclului estral canin 189

CAPITOLUL 36 Fiziologia reproductivă la feline 193
Ciclul estral felin 193
Sezonalitatea reproductivă la pisica domestică (Pisica Sylvanian)..... 193
Refractaritate la stimuli luminoși 195

CAPITOLUL 37 Aspecte reproductive la bovinele de carne 197
Pubertatea la femei..... 197
Pubertatea la bărbați 198
Dinamica foliculară în timpul ciclului estral la Bos taurus Bos indicus. ..... y 199

CAPITOLUL 38 Fiziologia reproductivă a vacii de lapte 201
Modificări înainte de ovulație 201
Modificări ale momentului estrusului 203
Efecte negative după ovulație 203

CAPITOLUL 39 Fiziologia reproductivă la ovine 205
Sezonalitatea reproductivă..... 205
Pubertate 205
Ciclul estral..... 206

CAPITOLUL 40 Fiziologia reproductivă la de capre.....210
Sezonalitatea reproductivă, pubertatea și maturitatea sexuală 211
Ciclul estral 212
Interacțiuni sociale și reproducere 213

CAPITOLUL 41 Principalele caracteristici reproductive ale bivolilor..... 215
Anatomia reproductivă..... 216
Pubertate și maturitate sexuală..... 218
Comportament sexual și sezonalitate reproductivă..... 219
Ciclul estral 220

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 42 Fiziologia reproducerii ecvine 223

Fiziologia reproductivă la iapă 223
Fiziologia reproductivă a armăsarului 226

CAPITOLUL 43 Fiziologia reproductivă a speciei porcine..... 227

Masculul 227
Femeia 228

CAPITOLUL 44 Fiziologia reproductivă a camelidelor sud-americane 232

Principalele caracteristici reproductive 232
Faza foliculară 232
Faza luteală..... 234

Comportamentul sexual și ovulația 235
Zone insuficient studiate 235

Machine Translated by Google

SECȚIUNE

1

Endocrinologie reproductivă

CAPITOLUL I. Principalii hormoni legați de reproducere

CAPITOLUL 2. Axa hipotalamo-hipofizară la mamifere

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 1

Principalii hormoni legați de reproducere

Rodolfo Ungerfeld

Acest capitol prezintă principalii hormoni direct legați de funcționarea sistemului
reproductiv, ca parte a axei hipotalamo-hipofizo-gonadale. Aceasta nu înseamnă că sunt singurele care au efecte asupra gonadelor, deoarece orice hormon care modifică homeostazia va afecta direct sau indirect reproducerea.

HORMONI HIPOTALAMICI

Kisspeptina

Kisspeptina este un grup de peptide descoperite în 1996, produse în hipotalamus și al căror efect principal este stimularea secreției hormonului de eliberare a gonadotropinei (GnRH).

Hormonul de eliberare a gonadotropinei (GnRH)

GnRH este o decapeptidă desprinsă dintr-o moleculă de 192 de aminoacizi (Fig. 1.1). Este secretată de celulele hipotalamice și eliberată în sistemul portal hipotalamo-hipofizar pentru a stimula secreția de gonadotropine (hormon foliculostimulant [FSH] și hormon luteinizant [LH]) de către gonadotrofele din glanda pituitară anterioară. Importanța sa pentru reproducere este de așa natură încât două grupuri de cercetători au primit Premiul Nobel după ce au descris secvența de aminoacizi care o compune.

Oxitocină

Oxitocina este un hormon produs de nucleii supraoptic și paraventricular ai hipotalamusului, care îndeplinește funcții intracerebrale, dar este eliberat și în fluxul sanguin prin neurohipofiză. Joacă un rol important în declanșarea luteolizei, în special în timpul nașterii, unde induce contracții intense ale miometriului. De asemenea, stimulează contracțiile—

contracțiile musculare ale sistemului reproducător masculin în timpul ejaculării.

HORMONI GLANDELE PITUITARE: GONADOTROPINE

Hormonul foliculostimulant (FSH) și hormonul luteinizant (LH) sunt secretate pulsatil de glanda pituitară anterioară și eliberate în circulația sistemică, prin care ajung la testicule sau ovare. Sunt formate din două lanțuri proteice numite p, primul dintre ele fiind identic în ambii hormoni (și în tireotropină [TSH]) (Fig. Oh

1.2). Lanțul p este responsabil pentru activitatea specifică.

La primate și cabaline există și gonadotropine corionice, secretate exclusiv în timpul gestației. Gonadotropina corionică umană (hCG) este secretată încă din 7-10 zile de gestație (Fig. 1.3). Gonadotropina corionică cabalină (eCG, cunoscută anterior ca PMSG,

gonadotropină serică la iepe gestante) cu

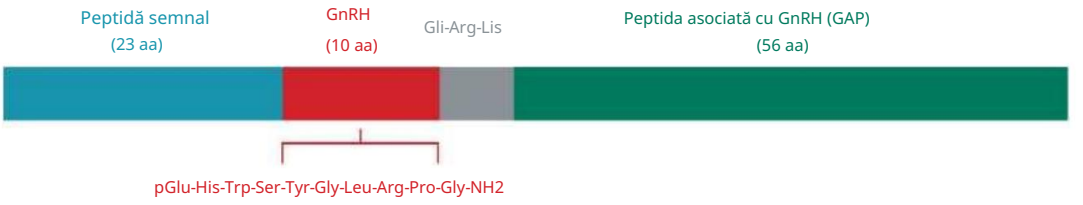


FIGURA 1.1. Structura chimică a hormonului de eliberare a gonadotropinei (GnRH), de la molecula sintetizată inițial până la cea secretată în sânge; aa: aminoacizi.

Machine Translated by Google

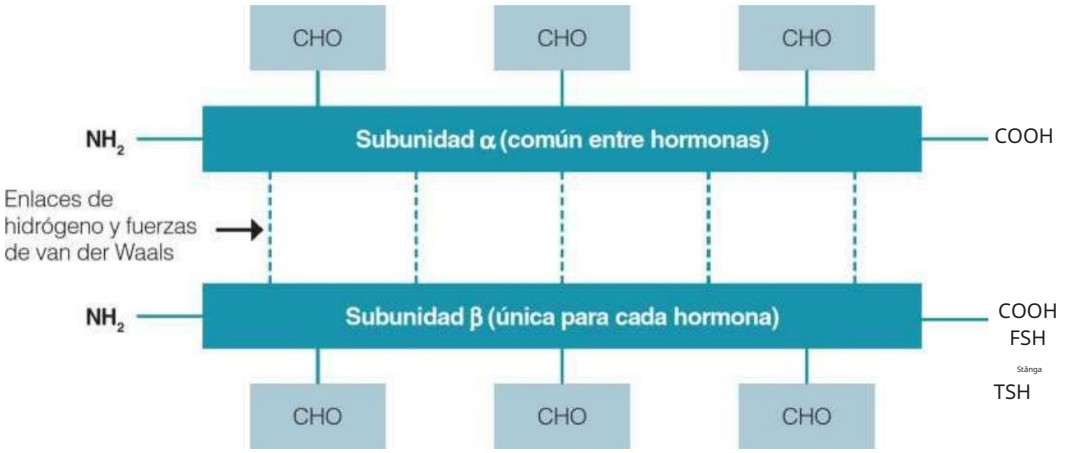


FIGURA 1.2. Structura moleculară a gonadotropinelor (hormon foliculostimulant [FSH] și hormon luteinizant [LH]), cu lanțul α comun acestora și tireotropinei (TSH).

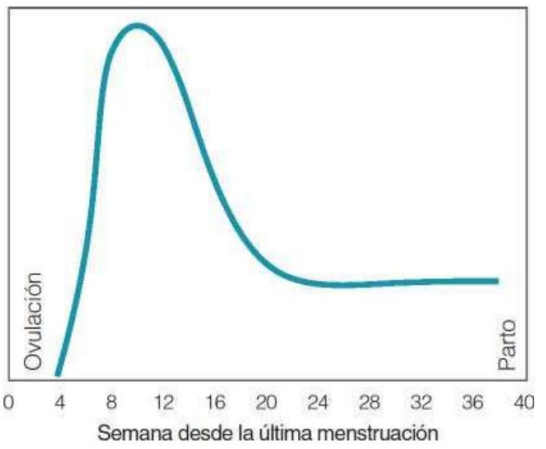


FIGURA 1.3. Concentrația de gonadotropină corionică umană (hCG) în timpul sarcinii la femei.

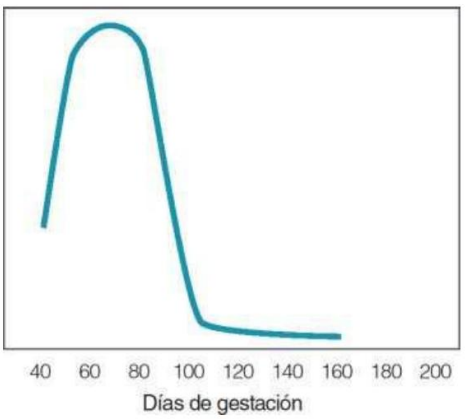


FIGURA 1.4. Concentrația de gonadotropină corionică (eCG) la cabaline în timpul gestației iepelor.

secretată între zilele 30-40 și 100-120 de gestație (fig. 1.4). La iapă induce ovulația și luteinizarea foliculilor ovarieni, dar este utilizat și în tratamente

reproductiv la alte specii, deoarece are efecte similare atât cu FSH, cât și cu LH și pentru că este metabolizat foarte lent, astfel încât acționează timp de mai multe

Machine Translated by Google

zile în mod continuu.

STEROIZI SEXUALI

Progesteronul, androgenii și estrogenii sunt hormoni produși de testicule și ovare, derivați din colesterol. Colesterolul are 27 de atomi de carbon, organizați în patru inele și un lanț, și pierde acest lanț pentru a forma pregnenolonă (Fig. 1.5). Din aceasta, se pot produce alte progestine, cum ar fi progesteronul (de asemenea, cu 21 de atomi de carbon) și așa mai departe.

Machine Translated by Google

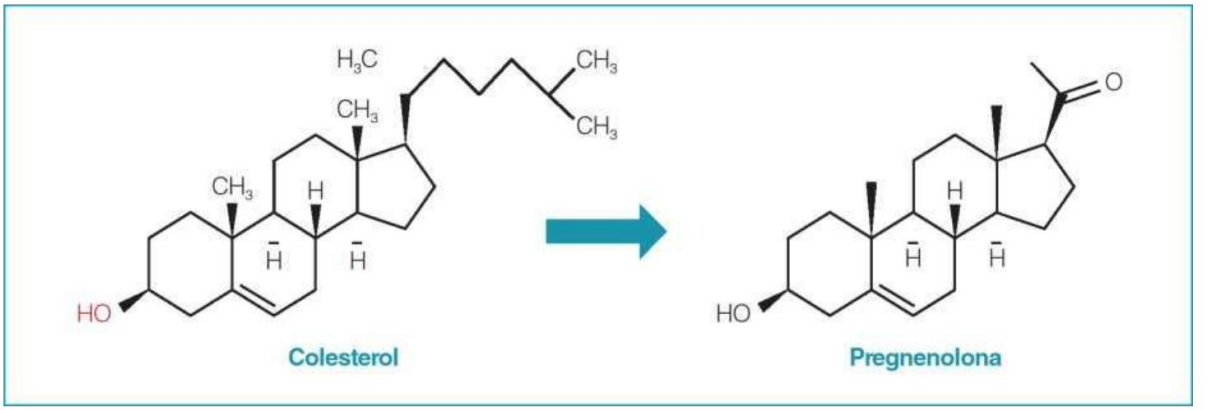


FIGURA 1.5. Molecule de colesterol și pregnenolonă, prima moleculă a căii steroidogene.

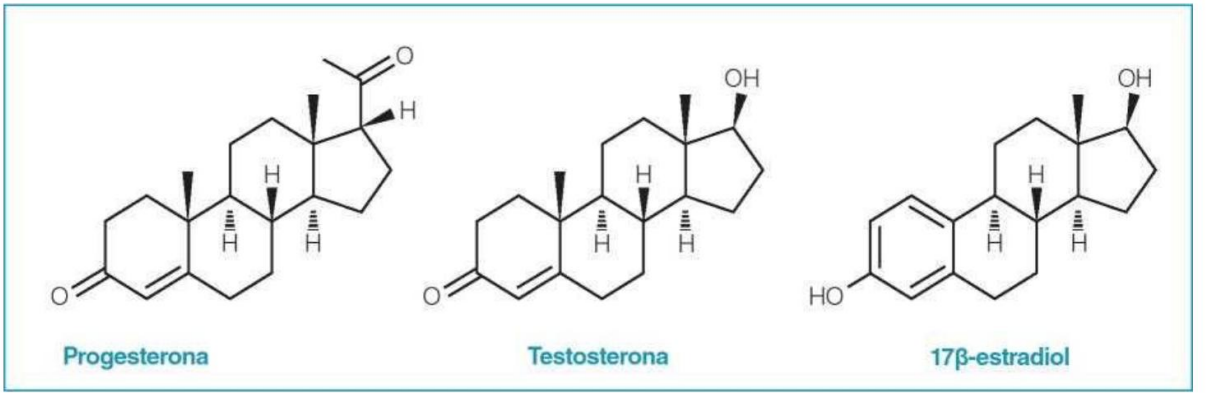


FIGURA 1.6. Molecule de progesteron, testosteron și 170-estradiol, principalii steroizi gonadali.

Machine Translated by Google

procesul de formare a androgenilor (19 atomi de carbon) și a estrogenilor (18 atomi de carbon) (fig. 1.6).

Progesteronul este produs în ovare de către corpul galben. Funcția sa principală este de a pregăti sarcina pentru fiecare ciclu estral și apoi de a o menține, astfel încât concentrația sa rămâne ridicată după fertilizare (Fig. 1.7).
În timpul gestației, la multe specii este secretat în cantități semnificative de către placentă.

Testosteronul este produs în cantități mai mari de către celulele Leydig din testicule și îndeplinește diverse funcții la bărbați (Tabelul 1.1). Estrogenii sunt secretați la femei de către foliculii mai mari și ating cele mai mari concentrații în timpul estrusului, deși îndeplinesc și alte funcții (Tabelul 1.2). Cu toate acestea, este important de menționat că, deși secreția de androgeni este relativ mai mare la bărbați și secreția de estrogeni la femei, atât testiculele, cât și ovarele secretă ambele tipuri de hormoni.

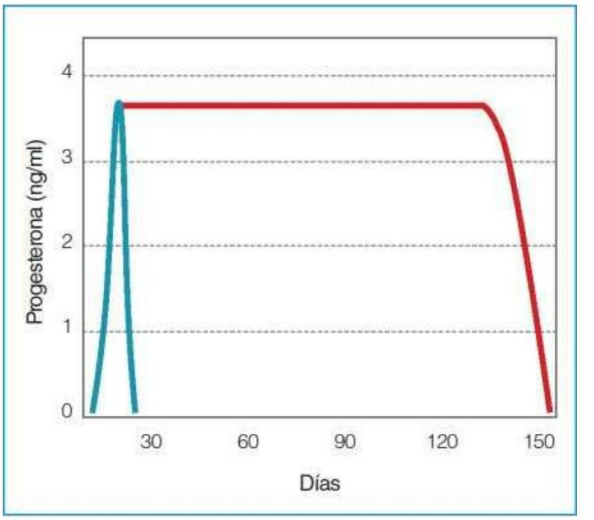


FIGURA 1.7 Concentrațiile de progesteron în timpul fazei luteale (verde) și gestației (roșu) la oi.

Machine Translated by Google

TABELUL 1.1. Principalele efecte ale testosteronului la bărbați.

Axa hipotalamo-hipofizară Inhibă secreția de GnRH-LH.
Agresivitate Stimulează comportamentul agresiv la bărbați.
Comportament sexual Concentrațiile prag de testosteron trebuie atinse pentru ca comportamentul sexual să înceapă.
Caracteristicile sexuale secundare Stimulează dezvoltarea lor, cum ar fi crestele la cocoși, coarnele etc.
Spermatogeneză Joacă un rol central în stimularea maturării celulelor spermatogene din tuburile seminifere și a spermiației acestora.
Glandele accesorii Stimulează creșterea și activitatea sa secretorie.
Efecte anabolice Stimulează dezvoltarea musculară.

GnRH: hormon de eliberare a gonadotropinei; LH: hormon luteinizant.

TABELUL 1.2. Principalele efecte ale estrogenilor asupra femelele.

Axa hipotalamo-hipofizară Poate stimula sau inhiba secreția de GnRH-LH în funcție de fază. al ciclului estral.
Ovulația Stimulează creșterea producției de GnRH-LH, care induce ovulația.
Luteoliză O creștere a nivelului de estrogen determină începerea procesului care se încheie cu regresia corpului galben.
Comportament sexual Determină comportamentul căldurii, receptivitatea.
Semnale sexuale Încurajează adoptarea unor comportamente proceptive.

GnRH: hormon de eliberare a gonadotropinei; LH: hormon luteinizant.

Prostaglandina F2α (PGF2α) este o moleculă produsă de endometru din acidul arahidonic, un constituent al membranelor celulare (Fig. 1.8). La femei, este responsabilă de luteoliză, adică de regresia corpului galben. Numele său provine de la faptul că s-a descoperit inițial că este secretată și de glanda prostatică la bărbați.

MELATONINĂ

Melatonina este un hormon produs de glanda pineală în timpul întunericului (Fig. 1.9). Este derivată din triptofan, un aminoacid, la fel ca adrenalina, noradrenalina și dopamina. Deoarece este secretată în timpul întunericului (Fig. 1.10), ajută organismul să își sincronizeze activitățile, inclusiv multe modele reproductive, cu momentul zilei (ritmuri circadiene) sau cu perioada anului (ritmuri sezoniere).

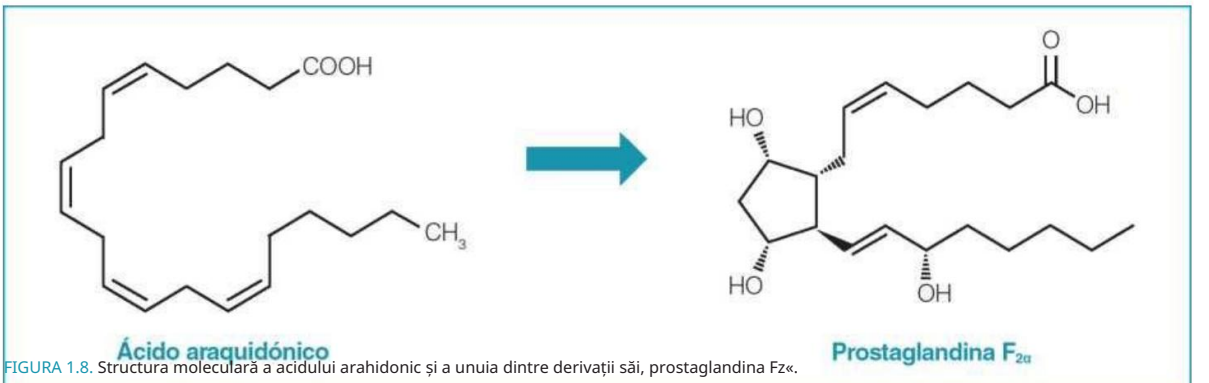


FIGURA 1.8. Structura moleculară a acidului arahidonic și a unuia dintre derivații săi, prostaglandina Fz«.

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

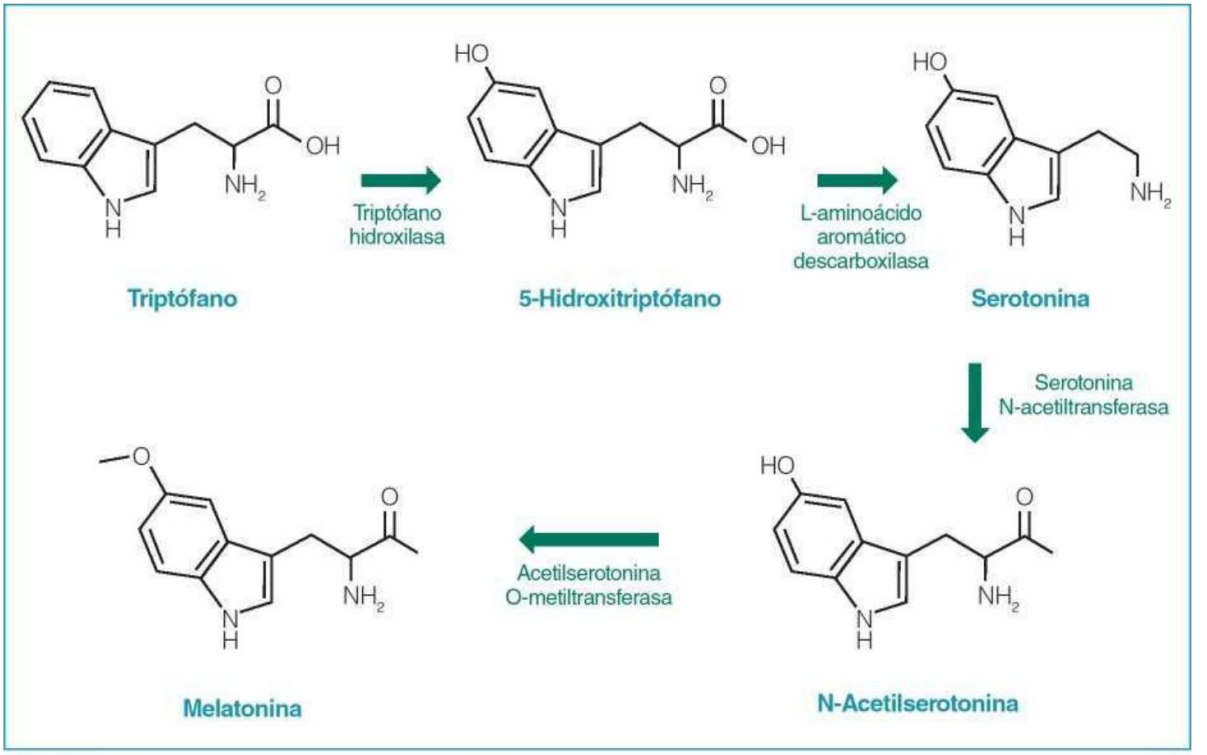
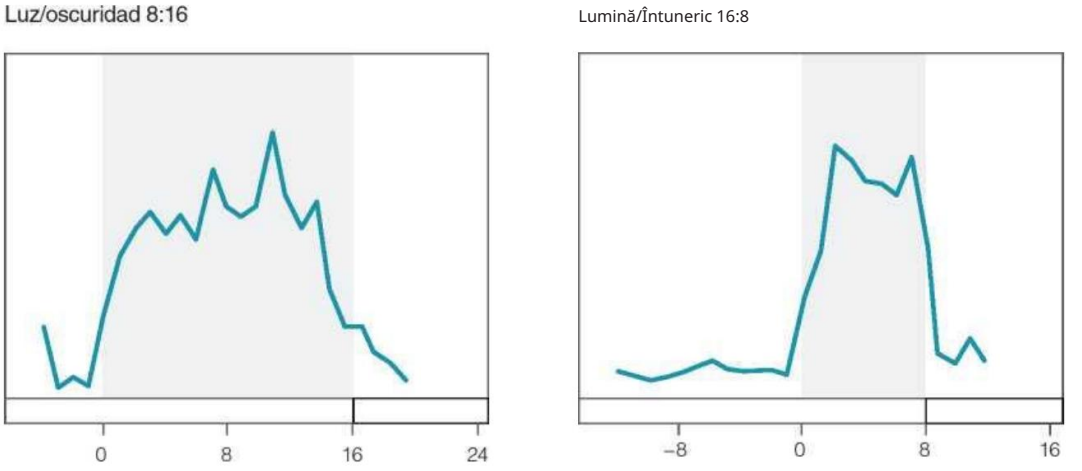


FIGURA 1.9. Vía de síntesis de la melatonina a partir del triptófano.



Machine Translated by Google

FIGURA 1.10. Profilul secreției de melatonină în zilele scurte (stânga) și lungi (dreapta). Zonele neumbrite și umbrite indică perioadele zilnice de lumină, respectiv întuneric.

Machine Translated by Google

Axa hipotalamo-hipofizară la mamifere

Hormonii hipotalamici legați de controlul gonadotropinelor hipofizare

Gustavo M. Somoza

Axa hipotalamo-hipofizară este formată din neuronii neurosecretori situați în hipotalamus, glanda pituitară și glandele și organele țintă aflate sub controlul său. Datorită structurii și funcției sale, această axă reprezintă legătura dintre două sisteme de control homeostatic: sistemul nervos și sistemul endocrin.

Interrelația dintre sistemele nervos și endocrin este mediată de mediatori neurohormonali care, eliberați în circulația portală hipofizară, reglează secreția hipofizară. Trei neuropeptide sunt responsabile pentru această funcție: GnRH (considerat clasic neuropeptidul central în reglarea secreției de gonadotropine), kisspeptina și hormonul inhibitor de gonadotropine (GnIH). Interacțiunea dintre aceste trei neuropeptide reglează sinteza și secreția de FSH și LH în circulația generală. Acești doi hormoni peptidici sunt numiți generic gonadotropine deoarece acționează asupra gonadelor, stimulând gametogeneza și secreția de steroizi gonadali. Acești steroizi, la rândul lor, reglează atât funcția hipotalamică, cât și cea hipofizară.

În acest context, este necesar să înțelegem ce reprezintă fiecare dintre aceste structuri biologice implicate, iar una dintre cele mai simple modalități de a face acest lucru este de a cunoaște originea lor embriologică.

SISTEMUL HIPOTALAMO-HIPIZAR

Schematic, creierul unui vertebrat (organizarea de bază a sistemului nervos este similară la toate) se dezvoltă ca un tub neural din care se pot diferenția patru vezicule, care, de la anteroposterior spre posterior, sunt telencefalul, diencefalul, mezencefalul și rombencefalul. Aceste vezicule sunt conectate între ele.

Da, printr-un canal care va da naștere ulterior ventriculelor cerebrale. Fiecare dintre aceste vezicule va da naștere la

originea la structuri diferite: din telencefal derivă

Bulbii olfactivi și emisferele cerebrale se diferențiază de diencefal în epitalamus, talamus și hipotalamus. Creierul mijlociu dă naștere nervului optic, iar creierul posterior cerebelului și măduvei spinării. acoperi

Pe baza acestor concepte, hipotalamusul este definit ca zona creierului care înconjoară secțiunea inferioară a celui de-al treilea ventricul cerebral, a cărui origine este în întregime diencefalică. Al treilea ventricul este cavitatea continuă cu ceilalți ventriculi cerebrali și măduva spinării prin care circulă lichidul cefalorahidian (Page, 2006).

Hipotalamusul, împreună cu zona preoptică, care îl mărginește rostral, are două tipuri de neuroni: unii care sunt responsabili de integrarea și conducerea funcțiilor nervoase și alții care au o funcție neuroendocrină și își trimit produsele secretorii către cele două secțiuni principale ale glandei pituitare, adenohipofiza și neurohipofiza (Page, 2006).

Glanda pituitară este o structură glandulară situată sub hipotalamus. Originea sa embriologică a fost plasată în mod tradițional în fuziunea unei evaginații a diencefalului, care dă naștere neurohipofizei, cu o invaginație a cavității bucale numită pungă Rathke. Cu toate acestea, studii recente efectuate pe amfibieni sugerează că ambele structuri au o origine neuronală comună (Kawamura 2002).

și colab.

Adenohipofiza mamiferelor poate fi împărțită în continuare în trei regiuni: care se pot distinge nu numai pe baza distală, partea tuberculoasă și părți intermediar, ci și prin relația lor anatomică cu neurohipofiza.

În adenohipofiză au fost descrise diferite tipuri de celule capabile să sintetizeze și să secrete diverși hormoni reglatori în circulația generală (Pérez-Castro 2012). Lobul neurointermediar, numit și hipofiză anterioară, are un părți intermediar, singur tip de celulă, care produce hormonul stimulator al melanocitelor (MSH), care reglează sinteza și distribuția melaninei, deși are o importanță redusă la mamifere.

Machine Translated by Google

Pe de altă parte, neurohipofiza poate fi subdivizată într-o regiunea anterioară, numită eminență mediană, și părți nervoasă, Este format de terminalele neurosecretorii ale neuronilor situați în nucleii supraoptic și paraventricular. Aceste terminale acumulează și eliberează două nonapeptide în circulația generală: oxitocină și vasopresină.

La toate vertebratele, cu excepția peștilor, legătura dintre hipotalamus și glanda pituitară anterioară se realizează printr-un sistem portal numit sistem portal hipofizar, care leagă hipotalamusul de glanda pituitară anterioară. Neurohormonii sunt apoi eliberați în circulația portală în plexul capilar al eminenței mediane, călătoresc prin vena portă hipofizară până la capilarele hipofizare și ajung la celulele adenohipofizei, unde stimulează sau inhibă secreția diferiților hormoni adenohipofizari care sunt eliberați în circulația generală (Fig. 2.1).

Așa cum am menționat anterior, atât zona preoptică, cât și diverși nuclei hipotalamici produc neurohormoni care ajung la glanda pituitară pentru a-i regla secreția.
În funcție de nucleii hipotalamici implicați, unii neurohormoni sunt eliberați în circulația portală, numiți generic hormoni hipofiziotropi, în timp ce alții sunt eliberați în circulația generală. Hormoni hipotalamici partea nervoasă, cu

Hipofiziotrofele sunt, în general, oligopeptide și, în linii mari, pentru fiecare hormon hipofizar au fost descriși un hormon hipotalamic stimulator și unul inhibitor (Pérez-
Castro și colab. 2012).

ELIBERARE DE HORMONI GONADOTROPINE (GnRH)

Unul dintre hormonii hipofiziotropi hipotalamici care a stârnit cel mai mare interes în rândul endocrinologilor este GnRH (vezi Capitolul 1). Acest hormon este un decapeptid cu un rol cheie în dezvoltarea și menținerea reproducerii la vertebrate. A fost descris simultan de două grupuri de cercetare la începutul anilor 1970 (Burgus 1971). Acesta controlează sinteza și secreția de FSH și LH, deși poate acționa și asupra altor zone ale sistemului nervos.
ție 1972; Matsuo i al,

Neuronii care sintetizează GnRH la mamifere sunt distribuiți difuz de la nervul terminal (TN), un nerv asociat cu structurile olfactive, până la zona septală, zona preoptică și hipotalamus.

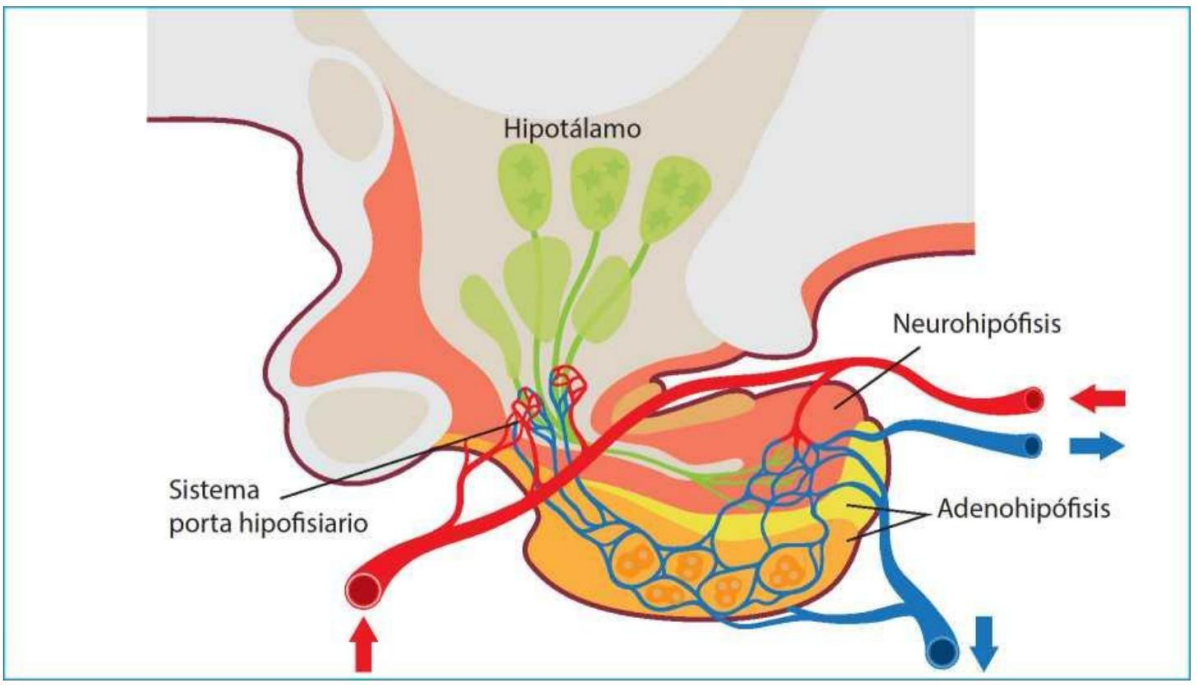


FIGURA 2.1. Diagramă care prezintă cele două zone principale ale glandei pituitare la mamifere și relația acestora cu hipotalamusul.

Machine Translated by Google

Acest sistem a fost denumit sistemul TN-septo-preoptic și este regulatorul axei hipotalamo-hipofizo-gonadale la vertebrate. În acest sistem, GnRH ajunge la glanda pituitară anterioară prin intermediul axonilor care se proiectează din zona preoptică și își eliberează secreția în circulația portală, unde este eliberată într-o manieră pulsatilă.

Inițial, se credea că există o singură variantă de GnRH, dar au început să apară dovezi despre...
existența altor variante în sistemul nervos al

Vertebrate, inclusiv mamifere. În prezent, este cunoscută secvența a 18 variante de GnRH la vertebrate (Roch, Busby și Sherwood, 2014). Dintre acestea, 12 sunt exprimate de sistemul TN-septo-preoptic și sunt responsabile de reglarea secreției pituitare la diferite vertebrate; toate au primit denumirea generică de GnRH I (White, 1998). La mamifere, au fost descrise două variante specifice de GnRH I (mGnRH și gpGnRH) (Roch, Busby și Sherwood, 2014), pe lângă o variantă de GnRH II (cGnRH II) (Desaulniers, 2017) (Tabelul 2.1). Această ultimă variantă este exprimată de neuronii situați în mezencefal, o caracteristică comună tuturor vertebratelor, și nu participă direct la secreția pituitară, dar participă la reglarea comportamentului reproductiv și a aportului alimentar.

și a.,

(Kauffman și Rissman, 2006).

Ani de zile s-a crezut că GnRH era principalul regulator al secreției de gonadotropine pituitare, dar în ultimii ani au fost identificate alte două neuropeptide care au un rol cheie, atât în reglarea gonadotropinelor pituitare, cât și a GnRH în sine: kisspeptina și GnIH.

KISSPEPTINA

La mamifere, există o serie de peptide numite kisspeptine, produse ale genei Kiss1. Împreună cu receptorul lor (GPR54 sau KISS1R), acestea controlează axa reproductivă prin reglarea neuronilor implicați în producerea de GnRH (Pinilla 2012). Acest sistem se găsește

i al,

direct implicat în debutul pubertății (Pinilla i al,, 2012). Inactivarea mutației sistemului kisspeptină/KISS1R la oameni sau ștergerea KISS1R la șoareci provoacă hipogonadism hipogonadotrofic și, de asemenea, pubertate întârziată (Pinilla

și colab. 2012).

Până de curând, se credea că neuronii secretori de GnRH, care exprimă GnRH I, erau principalii regulatori ai cascadei hormonale care afectează glanda pituitară și gonadele, integrând semnalele cerebrale și periferice. Cu toate acestea, acum se știe că kisspeptina este un jucător cheie în reglarea acestor neuroni. Neuronii hipotalamici care exprimă kisspeptina sunt localizați în nucleul arcuat și în nucleul periventricular anteroventral. Aceste două populații neuronale sunt responsabile pentru medierea, respectiv, a proceselor de feedback negativ și pozitiv ale steroizilor gonadali circulanți asupra neuronilor secretori de GnRH.

La rozătoare, nucleul periventricular anteroventral prezintă diferențe sexuale ca urmare a efectului postnatal al steroizilor sexuali și este responsabil pentru producerea de impulsuri GnRH I (Clarkson

ție 2017).

HORMONI INHIBITORI GONADOTROPINE (GnIH)

În anul 2000, o neuropeptidă hipotalamică a fost izolată și caracterizată pentru prima dată din extracte cerebrale de prepeliță japoneză (Tsutsui 2000). A fost denumită hormon inhibitor de gonadotropină (GnIH) datorită capacității sale de a inhiba secreția de LH hipofizar. La păsări, neuronii care exprimă GnIH sunt localizați în nucleul hipotalamic paraventricular, în timp ce la mamifere se găsesc în nucleul hipotalamic dorsomedial (Tsutsui 2000), iar terminalele lor ajung atât la neuronii secretori de GnRH din zona preoptică, cât și la stratul exterior al eminenței mediane (Tsutsui 2000). Câțiva ani mai târziu, în 2005, același grup de cercetare a identificat receptorul pentru GnIH.

Glottorn de japoneză

i al.,

i al.,

TABELUL 2.1. Structura primară a variantelor de hormon de eliberare a gonadotropinei (GnRH) descrise la mamifere.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mGnRH	p-Glu	Lui	Trp	A fi	Tyr	Glicol	Leu	Arg	Pro	Glu.NH2
gpGnRH	p-Glu	Tyr	Trp	A fi	Tyr	Glicol	Val	Arg	Pro	Glu.NH2
cGnRH II	p-Glu	Lui	Trp	A fi	Lui	Glicol	Trp	Tyr	Pro	Glu.NH2

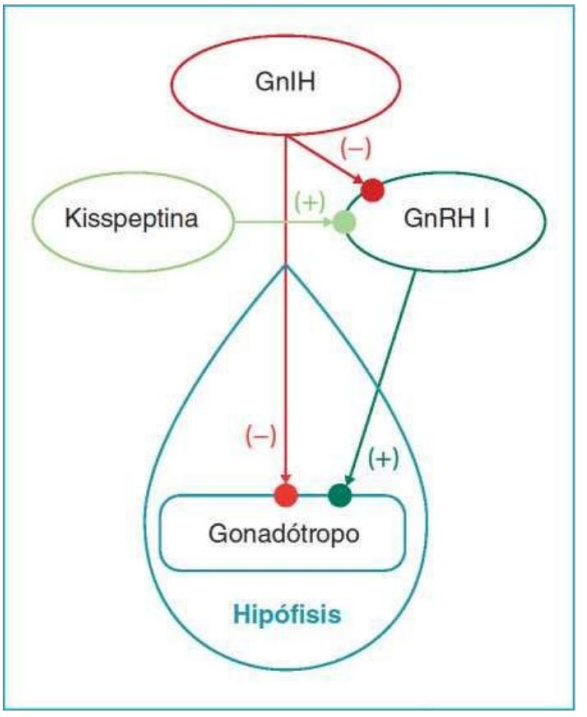
Pozițiile păstrate sunt afișate cu caractere aldine.

Machine Translated by Google

în gonadotrofe, precum și în neuronii secretori de GnRH situați în zona preoptică (Smith 2012). și alții,

Acesta este substratul anatomic pentru acțiunile fiziologice ale GnRH, deoarece inhibă activarea neuronilor producători de GnRH, secreția pulsatilă de LH și răspunsul LH la GnRH I (Smith 2012; Tsutsui). și alții, i al. (2000).

Funcțiile GnIH la mamifere și interrelația sa cu GnRH I și kisspeptină pot fi observate în figură 2.2.



REFERINȚE

1. Burgus R, Butcher M, Amoss M, Ling N, Monahan M, Rivier J, Fellows R, Blackwell R, Vale W, Guillemin R. Structura primară a hipofizei ovine-factorul de eliberare a hormonului luteinizant talamic (LRF). Proc Natl Acad Sci. 1972;69:278-282.
2. Clarkson J, Han SY, Piet R, Mclennan T, Kane GM, NG J, Porteous RW, KIM JS, Colledge WH, Iremonger KJ, Herbison AE. Definiția generatorului de impulsuri GnRH hipotalamic la șoareci. Proc Natl Acad Sci USA. 2017;114(47):E10216-E23.
3. Desaulniers AT, Cederberg RA, Lents CA, White BR. Expresia și rolul hormonului de eliberare a gonadotropinei 2 și al receptorului său la mamifere. Pagina principală Endocrinol (Laussane). 2017;8:269.
4. Kauffman AS, Rissman EF. Rolul hormonului de eliberare a gonadotropinei II în Sistemul nervos al mamiferelor. Expert Rev Endocrinol Metab. 2006;1:133-145.
5. Kawamura K, Kouki T, Kawahara G, Kikuyama S. Dezvoltarea hipofizare în vertebrate de la amfibieni la mamifere. Gen Comp Endocrine nu 2002;126:130-135.
6. Matsuo H, Baba Y, Nair RMG, Arimura A, Schally AV. Structura porcinului Hormon eliberator de LH și FSH. I. Secvența de aminoacizi propusă. Biochem Biophys Res Commun. 1971;43:1334-1339.
7. Pagina R. Anatomia complexului hipotalamo-hipofizar. În: Neil JD (ed.). Fiziologia reproducerii de Knobil și Neill (ediția a treia). Academic Press; 2006, p. 1309-1413.
8. Perez-Castro C, Renner U, Haedo MR, Stalla GK, Arzt E. Cellular and molecular Specificitatea fiziologiei glandei pituitare. Physiol Rev. 2012;92:1-38.
9. Pinilla L, Aguilar E, Dieguez C, Millar RP, Tena-Sempere M. Kisspeptins și Reproducere: Roluri fiziologice și mecanisme de reglare. Phy-sol Rev. 2012;92:1235-1316.
10. Roch GJ, Busby ER, Sherwood NM. Receptori și peptide GnRH: Skating înapoi. Gen Comp Endocrinol. 2014;209:118-134.
11. Smith JT, Ross Young I, Veldhuis JD, Clarke IJ. Inhibitor al gonadotropinei Secreția de hormoni (GnIH) în sistemul portal hipofizar ovin. En-docrinoiogy. 2012;153:3368-3375.
12. Tsutsui K, Saigoh E, Ukena K, Teranishi H, Fujisawa Y, Kikuchi M, Ishii S, Sharp PJ. O nouă peptidă hipotalamică aviară care inhibă gonadotropina. eliberare. Biochem Biophys Res Commun. 2000;275:661-667.
13. White RB, Eisen JA, Kasten TL, Fernald RD. A doua genă pentru gonadotropină-eliberarea hormonului la om. Proc Natl Acad Sci USA. 1998;95:305-309.

Machine Translated by Google

FIGURA 2.2. Schemă a interrelației dintre neuronii producători de hormon inhibitor al gonadotropinei (GnIH), kisspeptină și hormon eliberator de gonadotropină de tip I (GnRH I) și acțiunea acestora asupra gonadotrofelor. Punctele colorate de pe neuronul producător de GnRH I și de pe gonadotrof reprezintă receptorii pentru neuropeptidele care reglează secreția acestora.

Machine Translated by Google

SECȚIUNE
2

Fiziologia reproducerii la femelă

CAPITOLUL 3. Anatomia organelor genitale feminine

CAPITOLUL 4. Fiziologia ciclului estral și a ovulației

CAPITOLUL 5. Fiziologia corpului galben și luteoliză

CAPITOLUL 6. Dinamica foliculară la bovine

CAPITOLUL 7. Dinamica foliculară la rumegătoarele mici

CAPITOLUL 8. Specii cu ovulație indusă

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 3

Anatomia organelor genitale feminine

William Perez

Organele genitale feminine pot fi împărțite funcțional și morfologic în două componente: ovare și organe tubulare. Acestea din urmă sunt formate din trompele uterine, uter, vagin, vestibul și vulvă (fig. 3.1 și 3.2).

Figurile 3.3-3.10 prezintă diferite imagini ale organele genitale feminine la mai multe specii.

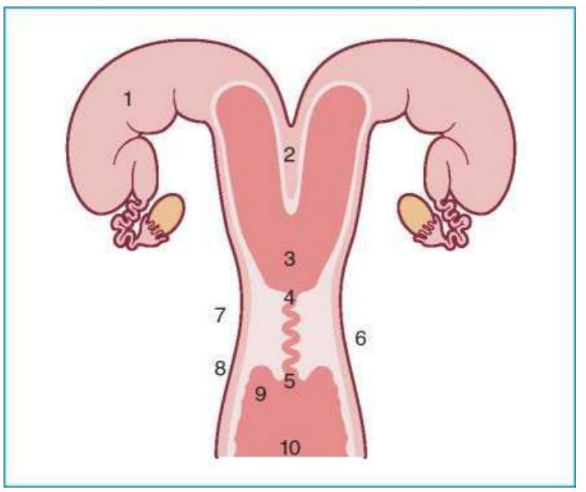
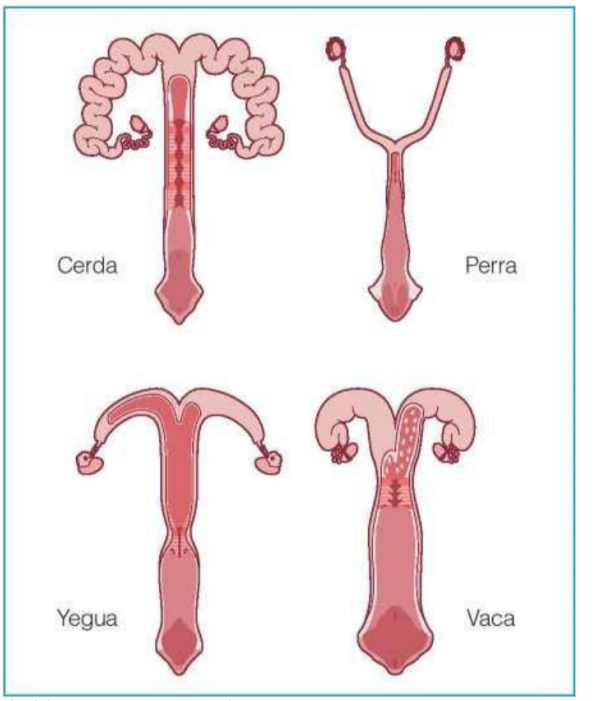


FIGURA 3.1. Schemă a unei vederi dorsale a uterului și a părții craniene a vaginului la speciile cu o parte vaginală a colului uterin. 1. Corn uterin. 2. Velum uterin. 3. Corp uterin. 4. Os uterin intern. 5. Os uterin extern. 6. Col uterin. 7. Partea prevaginală a colului uterin. 8. Partea vaginală



al colului uterin. 9. Fornix vaginal. 10. Vagin.

FIGURA 3.2. Diagrama organelor genitale feminine la diferite specii.

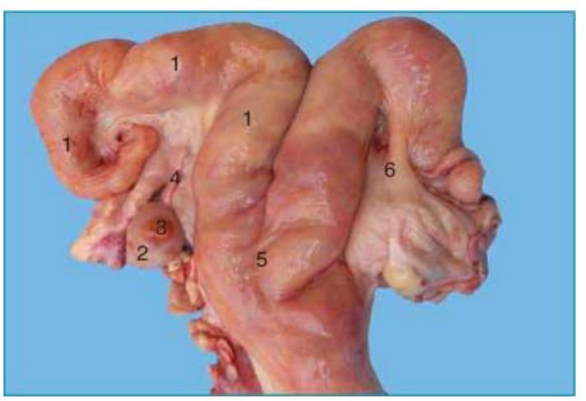
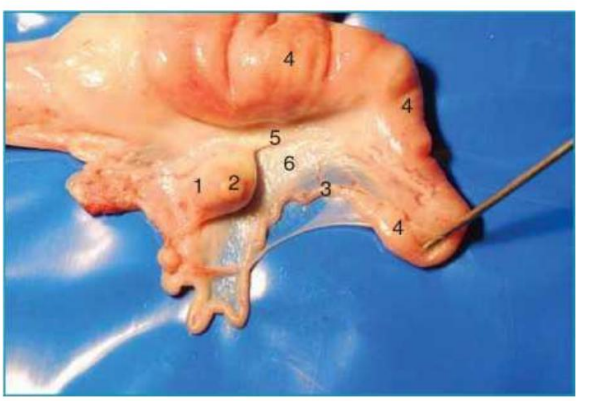


FIGURA 3.3. Vedere dorsală a părții craniene a aparatului genital feminin al



Vaca. 1. Corn uterin. 2. Ovarul stâng.

Machine Translated by Google

3. Corpus galben. 4. Ligamentul propriu al ovarului. 5. Corpul uterului. 6. Mezometrie.

FIGURA 3.4. Vedere dorsală a porțiunii craniene stângi a organelor de reproducere la oaie. 1. Ovar drept. 2. Corp galben. 3. Trompă uterină. 4. Corn uterin drept. 5. Ligamentul propriu al ovarului. 6. Mezosalpinx.

Machine Translated by Google

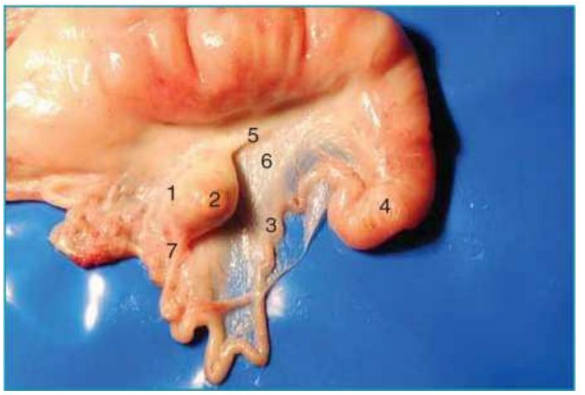
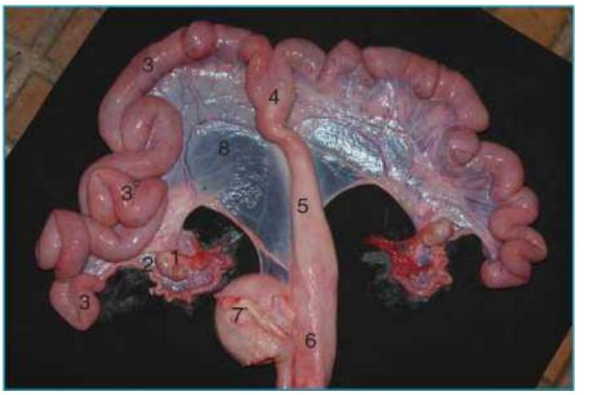


FIGURA 3.5. Vedere dorsală a porțiunii craniene stângi a organelor de reproducere la oaie. 1. Ovar drept. 2. Corp galben. 3. Tubă uterină. 4. Corn uterin. 5. Ligamentul propriu al ovarului. 6. Mezosalpinx.
7. Fimbria ovariană.



Stânga. 2. Trompă uterină. 3. Corn uterin. 4. Corp uterin. 5. Cervix. 6. Vagin. 7. Vezică urinară. 8. Mezometru.

FIGURA 3.6. Vedere dorsală a sistemului reproducător al scroafei. 1. Ovar

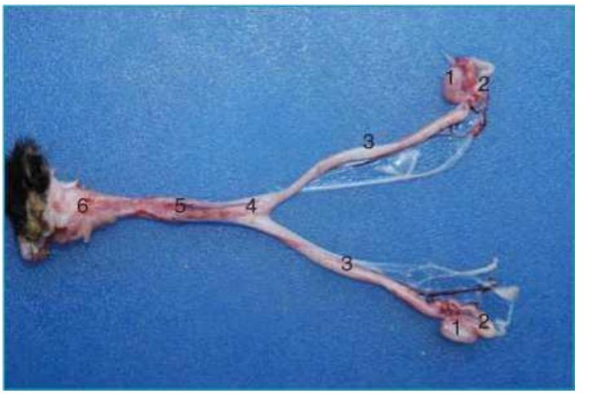
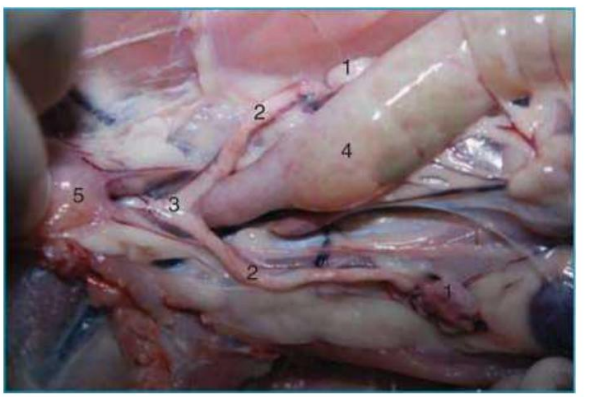


FIGURA 3.7 Vedere ventrală a cavității abdominale a unei cățee parțial eviscerate, care prezintă organele reproducătoare 1. Ovar în bursa ovariană încărcată cu grăsime. 2. Corn uterin. 3. Corp uterin. 4.
Mezometru. 5. Colon descendent. 6. Grăsime care închide inelul vaginal. 7.

Procesul vaginal al peritoneului. Săgeata indică inelul vaginal.

FIGURA 3.8. Aparatul genital izolat al pisicii, vedere dorsală. 1. Ovare. 2.
1. Trompele uterine. 2. Coarne uterine. 3. Corpul uterului.
5. Cervix. 6. Vagin.



Machine Translated by Google

FIGURA 3.9. Vedere ventrală pe site-ul al organelor genitale ale pisicii.
1. Ovar drept. 2. Coarne uterine. 3. Colon descendent.
4. Vezica urinară.

FIGURA 3.10. Vedere ventrală pe site-ul al organelor genitale ale pisicii.
1. Ovare. 2. Coarne uterine. 3. Corpul uterului. 4. Colon descendent.
5. Vezica urinară.

Machine Translated by Google

OVARE

Ovarele mamiferelor domestice sunt ovale sau re-

Ovarele sunt ferme, uneori nodulare sau tuberculoase datorită prezenței foliculilor proeminenți. Sunt mult mai mici decât testiculele aceleiași specii și, la fel ca testiculele, nu sunt în proporție constantă cu dimensiunea corporală. La animalele domestice, ovarele sunt în general situate în regiunea sublombară, caudal față de rinichi, aproximativ de unde au originea în embrion. Cu toate acestea, la scroafe și rumegătoare, există o migrație caudală, comparabilă cu coborârea testiculară la ~~-~~masculi, astfel încât la aceste specii ovarele sunt situate la intrarea în cavitatea pelviană.

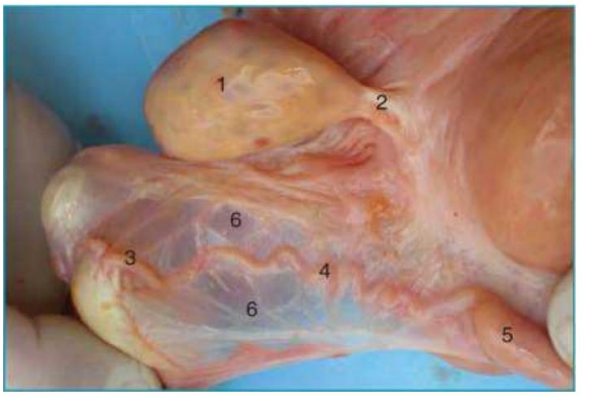


FIGURA 3.11. Ovarul și trompa uterină la vacă. 1. Ovar. 2. Ligamentul propriu-zis al ovarului. 3. Ampula trompei uterine. 3. Istmul trompei uterine. 5. Corn uterin. 6. Mezosalpinx.

O foaie mare de peritoneu numită ligament lat susține tractul genital. Porțiunea craniană a acestui ligament se atașează de ovar și este cunoscută sub numele de mezovariu. Vasele de sânge, vasele limfatice și nervii trec în mezovariu, intrând în el la nivelul hilului. Mezovariul este atașat de ovar prin marginea mezovarului. Marginea opusă se numește marginea liberă. Capătul ovarului asociat cu începutul trompei uterine este trompa uterină.

Capătul tubar. Opusul este capătul uterin, care se conectează prin ligamentul propriu al ovarului la cornul uterin ipsilateral. Suprafețele ovarului dintre aceste două margini se numesc suprafețe medială și laterală, deși la animalul viu nu sunt întotdeauna orientate în această direcție.
Aceste adrese.

Forma și dimensiunea ovarelor sunt prezentate în Tabelul 3.1 și Figurile 3.11–3.16, deși la animalele mature sexual acestea își schimbă forma, dimensiunea și greutatea în funcție de stadiul ciclului estral (Fig. 3.17). Cu excepția iepei, ovarele sunt compuse dintr-o zonă externă densă, o zonă parenchimatoasă și o zonă centrală.

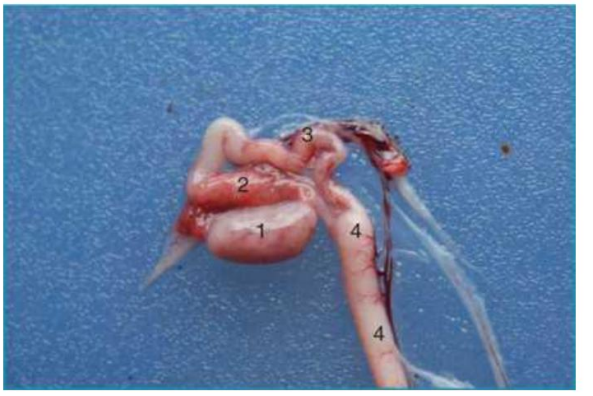
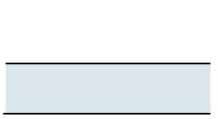


FIGURA 3.12. Ovarul, trompa uterină și partea craniană a cornului uterin la pisică. 1. Ovar. 2. Ampula trompei uterine. 3. Istmul trompei uterine. 4. Corn uterin.

TABELUL 3.1. Forma, amplasarea și dimensiunea ovarelor femelelor domestice.

Specii	Formă	Loca ie	Lungime (cm)
Canin	Oval și nodular	Caudal față de rinichi	2
Cai			

Machine Translated by Google



În formă de rinichi
Sublombar 5
la 8

Bovin
Rotunjit
Intrarea pelviană 3

Oaie
Rotunjit
Intrare pelviană 1.5

Porc
Cilindrice și tuberculoase
Intrarea pelviană 5

Machine Translated by Google

FIGURA 3.13. Vedere dorsală a părților craniene ale tractului reproducător al scroafei. 1. Ovarul drept. 2. Fimbria ovariană. 3. Ampula trompei uterine. 4. Istmul trompei uterine. 5. Cornul uterin.
6. Cervix. 7. Mezometru.

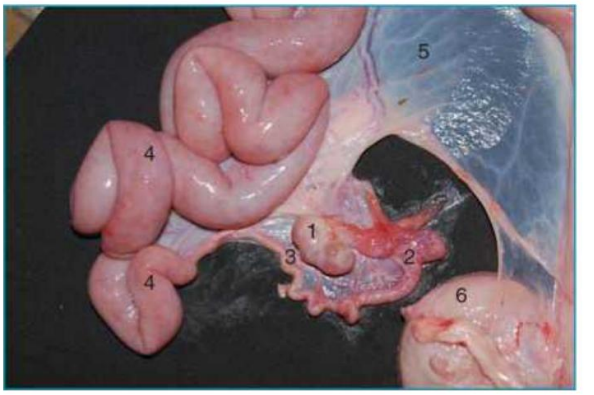


FIGURA 3.14. Vedere dorsală a părților craniene ale tractului reproducător al scroafei. 1. Ovarul stâng. 2. Ampula trompelor uterine. 3. Istmul trompelor uterine. 4. Cornul uterin. 5. Mezometru. 6. Vezica urinară.

FIGURA 3.15. Ovarul și partea cranianã a uterului cățelei. 1. Ovar în bursa ovariană încărcată cu grăsime. 2. Ligamentul suspensor al ovarului. 3. Rinichi. 4.
Corn uterin. 5. Mezometru.

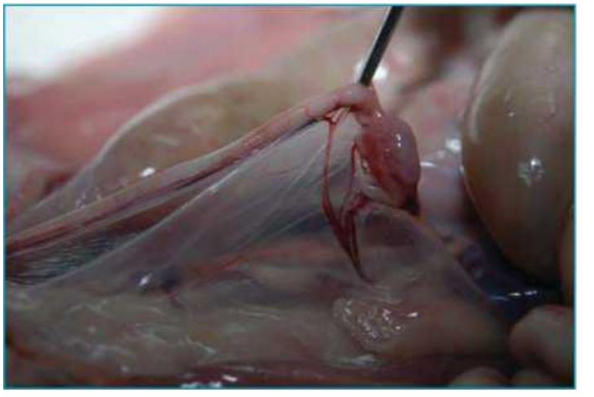


FIGURA 3.16. Ovarul pisicii.

FIGURA 3.17 Ovar de vacă cu corp luteum (stânga) și cu corpul luteum secționat (dreapta).

Machine Translated by Google

TUBĂ UTERINĂ

Trompa uterină este un tub îngust, musculos și, în general, foarte convolut, cu trei părți: infundibulul, ampula și istmul (Fig. 3.18). Capătul ovarian al trompei uterine este format de infundibul, o structură cu pereți subțiri, în formă de pâlnie, situată în apropierea polului cranian al ovarului. Marginea liberă este franjurată sau festonată, iar marginile franjurate (fimbriile) intră în contact cu suprafața ovarului. Unele fimbrii sunt atașate permanent de ovar (fimbriile ovariene). În apropierea centrului infundibulului se află micul orificiu abdominal al trompei, care, în primul său segment, ampula, este relativ lat. Restul trompei, numit istmul, este îngust. Tuba se deschide în cornul uterin prin osul uterin, care, la cățea și iapă, se află peste o papilă mică. Unirea trompei uterine cu cornul uterin este graduală la rumegătoarele și porcinele femele și bruscă la cai și câini. Trompa uterină este foarte sinuoasă și, prin urmare, mult mai lungă decât distanța dintre ovar și cornul uterin.

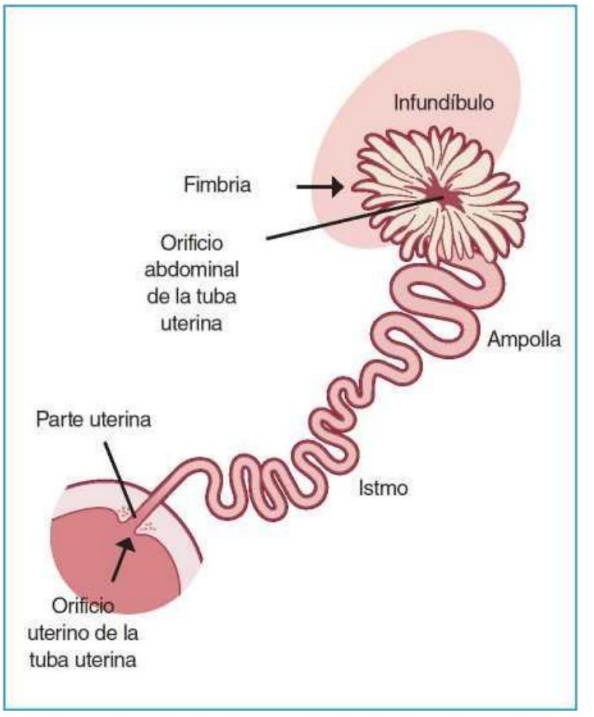


FIGURA 3.18. Diagrama trompei uterine a iepei.

UTER

Uterul este partea tractului uterin care prezintă cele mai notabile diferențe între diferitele specii (fig. 3.1, 3.3, 3.6 și 3.8).
Deși variază atât ca formă, cât și ca organizare internă la animalele domestice, este alcătuit dintr-un gât, un corp și două coarne uterine. Coarnele sunt conectate la trompele uterine și se extind până în vecinătatea ovarelor.

Cervixul este partea cea mai caudală a uterului, conectându-l la vagin. Este o structură cilindrică cu un perete gros și ferm, compus din mușchi neted și țesut fibros dens și funcționează ca un sfincter pentru uter (Fig. 3.19). Lumenul colului uterin, canalul cervical, este îngust și se extinde de la orificiul uterin intern la orificiul uterin extern, conectând lumenul corpului uterin cu cel al vaginului. Porțiunea caudală a colului uterin se numește porțiune vaginală și se proiectează pe o scurtă distanță în vagin, cu excepția scrofelor.

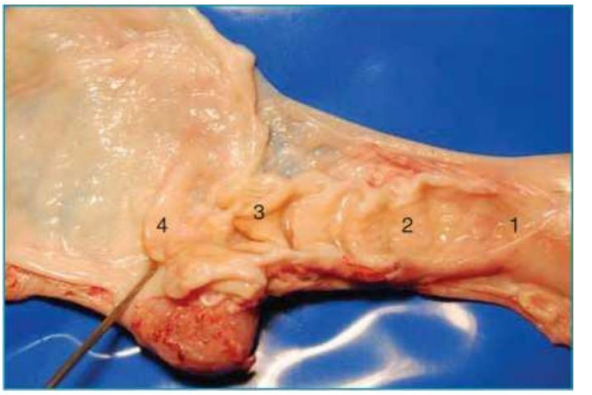


FIGURA 3.19. Vedere dorsală după o incizie sagitală dorsală a colului uterin la oaie. 1. Poziția orificiului uterin intern. 2. Unul dintre inelele mai craniene ale colului uterin. 3. Inelul părții mai caudale a colului uterin. 4. Inelul caudal al colului uterin la locul orificiului uterin extern. Sonda este îndreptată spre fornixul vaginal.

Corpul uterin este un tub muscular simplu, de lungime variabilă. În general, este un segment destul de mic la speciile domestice; este mai lung la iapă. Diviziunea internă nu este întotdeauna clară la exterior din cauza prezenței unui sept intern.

Cele două coarne uterine, la fel ca și corpul, sunt tuburi mușchi musculari care diverg de la capătul cranial al

Machine Translated by Google

Corpul uterin. Sunt destul de drepte la carnivore și iepe, dar spiralate la scroafe și rumegătoare. La unele specii există una sau două pliuri peritoneale situate între capetele caudale ale coarnelor, numite ligamente intercornuale.

La mamiferele domestice, cea mai mare parte a uterului este situată în cavitatea abdominală, deși colul uterin se află în cavitatea pelviană, interpus între rect și vezică urinară. Acesta are o serie de inele cartilaginoase interne al căror număr și dispunere variază în funcție de specie. Corpul și coarnele sunt de obicei situate în abdomen, deasupra masei intestinale. La iapă și vacă, întregul uter și ovarele pot fi palpate rectal. Corpul uterin și coarnele sunt suspendate de ligamentele late drept și stâng (mezometru), care sunt omoloage cu mezoductul deferent și pliul genital la masculi. Aceste ligamente pornesc din peretele dorsolateral al cavității pelvine și din plafonul cavității abdominale și conțin cantități substanțiale de mușchi neted.

Benzile plate sau foile musculare. Vasele de sânge, vasele limfatice și nervii ajung în uter prin mezometru și intră în el de-a lungul marginii mezometrului. Acumularea acestor vase și nervi și țesutul conjunctiv lax în care sunt încorporați de-a lungul marginii mezometrului se numește parametriu.

LOBBY

Deoarece vestibulul se dezvoltă din partea ventrală a cloacei, acesta aparține atât sistemului urinar, cât și celui genital.
Se extinde până la buzele vulvei și este mult mai scurtă decât vaginul. Pereții săi sunt mai puțin elastici decât pereții vaginali și, în repaus, se unesc, reducând lumenul la o fantă verticală. Uretra se deschide spre podea direct caudal față de himen. Pe podeaua vestibulului la scroafe și vaci se află intrarea în diverticulul suburetral, un sac scurt, orb, ventral față de orificiul uretral extern. Glandele vestibulare produc o secreție mucoasă care lubrifică vaginul în timpul copulației și fătării. Secrețiile emise în timpul estrusului (vezi Capitolul 4) stimulează sexual masculii.

VULVA ȘI CLITORISUL

Vulva este partea terminală și externă a tractului genital feminin. Este formată din labiile dreaptă și stângă, care se unesc la nivelul comisurilor dorsală și ventrală. Între labii se află fanta vulvară, care duce la vestibul. Comisura ventrală a vulvei încadrează clitorisul, omologul feminin al penisului.

VAGIN

Vaginul este un tub relativ lung, cu pereți subțiri, distensibil atât pe lungime, cât și pe lățime. Se extinde longitudinal, ocupând o poziție mediană în cavitatea pelviană. Este legat dorsal de rect și ventral de vezica urinară și uretră. În cea mai mare parte, este retroperitoneal. Capătul cranial al vaginului este ocupat de porțiunea intravaginală a colului uterin, în jurul căreia lumenul vaginal formează o recesiune inelară cunoscută sub numele de fornix vaginal.

Joncțiunea dintre vagin și vestibul este marcată, se presupune, la animalele virgine de un pliu mucosal transversal (himen). Acesta este bine dezvoltat la mânze și la scroafa tânără, dar chiar și la acestea este rareori proeminent. Regiunea joncțiunei este mai puțin distensibilă decât porțiunile craniale și caudale ale tractului genitourinar. Orificiul este situat la acest nivel.
uretrală externă în podeaua vestibulului.

Machine Translated by Google

Fiziologia ciclului estral și a ovulației

Rodolfo Ungerfeld

Ciclul estral este o serie de evenimente care se repetă succesiv pe o perioadă de timp întotdeauna aceeași pentru fiecare specie (Tabelul 4.1). Prima zi a ciclului este considerată ziua estrului, deși aceasta este o convenție, deoarece este un eveniment ușor de identificat și, întrucât evenimentele se repetă, oricare dintre ele ar putea fi considerat arbitrar ca început (Fig. 4.1). În funcție de specie, ciclurile se repetă succesiv la animalul neimpletit pe tot parcursul anului (acesta este cazul speciilor poliestre nesezoniere: vacă, scroafă) sau pe parcursul unei perioade a anului (specii poliestre sezoniere: oaie, iapă), sau se produc izolat, cu un singur ciclu separat de următorul printr-un timp variabil (specii monoestre: câine, pisică) (Fig. 4.2 și 4.3).

FIGURA 4.1. Ziua este considerată arbitrar ca începutul ciclului de căldură, deși orice eveniment din ciclu se repetă succesiv.

TABELUL 4.1. Durata ciclului estral și fazele acestuia la diferite specii.

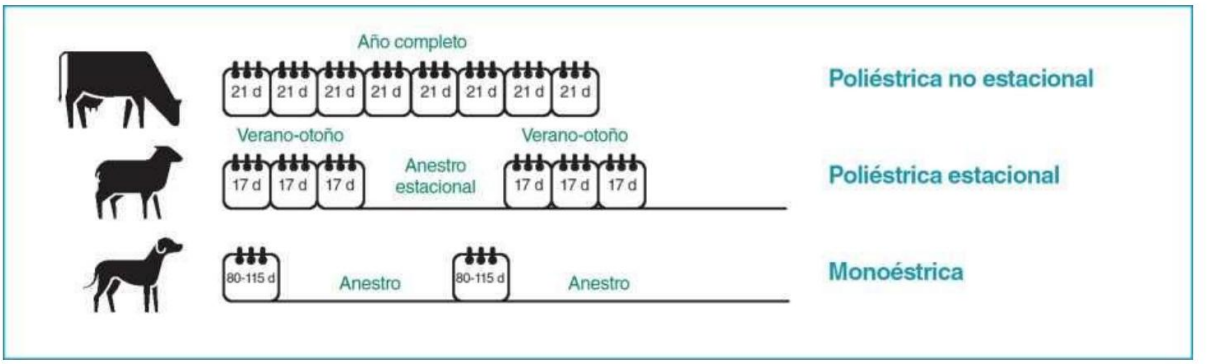


FIGURA 4.2. Exemple de specii poliestre și monoestre, sezoniere și nesezoniere. Fiecare pătrat reprezintă un ciclu estral.

Femela speciei	Ciclul estral (d)	Durata fazei luteale (z)	Chiar
Vacă	21 de ani	15-17	8-18 ore
Oaie	17 ani	13-14	22 (20-36) ore
Capră	21 de ani	15-17	

Machine Translated by Google

20 (12 -36) ore

Semănare 21 14 -15 50 (12 -96) h

Mare
21
12
7(2 -12)z

Curvă
80 -115
60 -75
7 zile

Machine Translated by Google

FIGURA 4.3. Reprezentarea momentelor în care se manifestă gelozia în funcție de tipul și durata ciclului estral.

Deși unele studii separă ciclul estral în patru etape (Tabelul 4.2), din punct de vedere funcțional acesta poate fi împărțit într-o fază foliculară și o fază luteală (Tabelele 4.1 și 4.2), în funcție de existența sau nu a unui corp galben activ. Faza luteală durează între 50% și 75% din ciclu, iar în timpul acestei faze concentrația de progesteron rămâne ridicată, în timp ce în timpul fazei foliculare concentrația de estrogen crește (Fig. 4.4).
Figura 5 prezintă principalele modificări hormonale în timpul ciclului estral la oi.

Ciclul estral rezultă din coordonarea, în principal, a patru organe (hipotalamus, glanda pituitară, ovare și uter), care comunică în mare măsură (deși nu exclusiv) prin intermediul hormonilor. Principalele Hormonii implicați sunt GnRH, secretat de hipotalamus; LH și FSH, secretate de glanda pituitară; estradiol, inhibină și progesteron, de origine ovariană; și PGF2α, secretat de uter (vezi capitolele 1 și 2). Alți hormoni, cum ar fi prolactina și androgenii, participă, de asemenea, la reglare, deși într-o măsură mai mică.

FAZA FOLICULARĂ ȘI OVULAȚIA

În această fază are loc dezvoltarea foliculară finală și estrusul, timp în care are loc vârful de LH care induce ovulația.

TABELUL 4.2. Etapele ciclului estral și gruparea acestora în faza foliculară și faza luteală.

Etapă Comportament De la/către Fază	
Culcat la pământ	
Semne ale căutării active de către bărbați (proceptivitate)	
Începutul luteolizei - începutul receptivității	
Folicular	
Șef	
Zel (receptivitate)	
Perioada de receptivitate	

Machine Translated by Google

Metestro

Receptivitatea încetează

Sfârșitul receptivității - corpul luteum format/funcțional

Luteală

Corect

Nu este receptiv, respinge masculii

Corpul galben funcțional

Machine Translated by Google

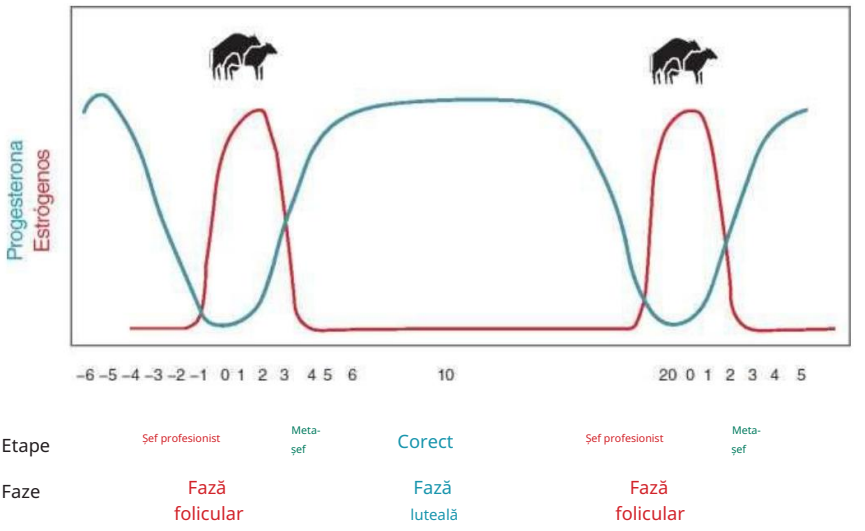


FIGURA 4.4. Concentrațiile de progesteron (albastru) și estrogen (roșu) în timpul etapelor și fazelor ciclului estral bovin.

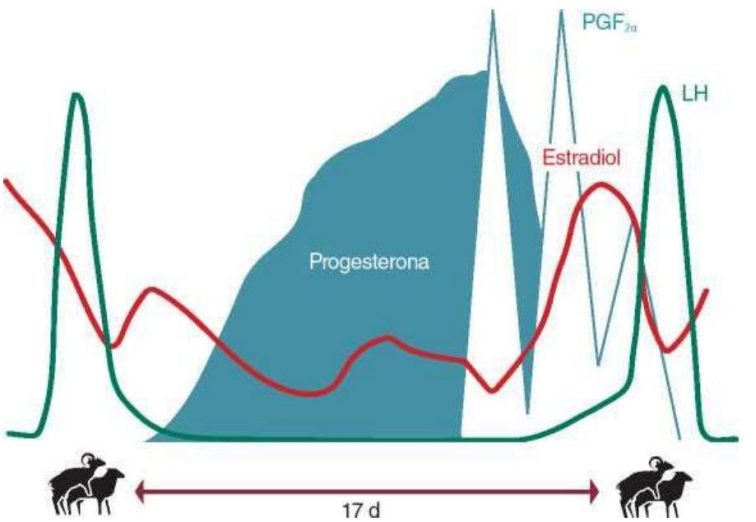


FIGURA 4.5. Principalele modificări hormonale în timpul ciclului estral la oi. LH: hormon luteinizant; PGF2Q: prostaglandină F2Q.

Creșterea nivelului de hormon luteinizant (LH)

Când corpul galben regresează (luteoliză, vezi Capitolul 5), frecvența impulsurilor de LH crește, în timp ce concentrația bazală a acestui hormon crește treptat. În cele din urmă, aceasta crește până la 20 până la 80 de ori concentrația bazală pe o perioadă de 6-12 ore (Fig. 4.6). Această creștere bruscă, cunoscută sub numele de creștere bruscă a LH, declanșează ovulația și determină

Ruptura foliculului preovulator și eliberarea ovocitului. Momentul ovulației în raport cu estrusul variază între specii și chiar în funcție de diverși factori de mediu.

În cadrul aceleiași specii, timpul de la creșterea bruscă a nivelului de LH până la ovulație este destul de consistent între specii. Creșterea bruscă a nivelului de LH poate fi declanșată spontan, așa cum se întâmplă la majoritatea speciilor domestice, sau indusă (pisici și camelide, vezi Capitolul 8).

Machine Translated by Google

Prezența sau absența progesteronului determină dacă feedback-ul dintre estrogeni și axa hipotalamo-hipofizară este negativ sau pozitiv (Fig. 4.7). În timpul fazei luteale, în timp ce nivelurile de progesteron sunt ridicate, estrogenii inhibă secreția de GnRH și LH. În schimb, odată ce corpul luteal revine și nivelurile de progesteron scad, feedback-ul dintre GnRH și LH, pe de o parte, și estrogeni, pe de altă parte, este pozitiv la speciile care ovulează spontan, cum ar fi vacile, oile, caprele și iepele. Adică, pentru fiecare impuls de GnRH, glanda pituitară răspunde cu un impuls de LH, iar foliculul crește și răspunde secretând estrogeni. Estrogenii declanșează un impuls rapid de LH, care induce o altă creștere bruscă a estrogenilor. La rândul lor, estrogenii cresc sensibilitatea glandei pituitare la GnRH, culminând cu creșterea bruscă a LH. În prezent, se crede că estrogenii își exercită efectul stimulator în ambele regiuni: hipotalamus, prin stimularea secreției de GnRH, și glanda pituitară, prin stimularea directă a secreției de LH. În cele din urmă, deoarece creșterea bruscă a nivelului de LH declanșează ovulația, nivelurile de estrogen scad, estrusul se termină și începe să se formeze un nou corp galben. Prin urmare, foliculul însuși inițiază mecanismele care îl vor distruge (adică ovulația).

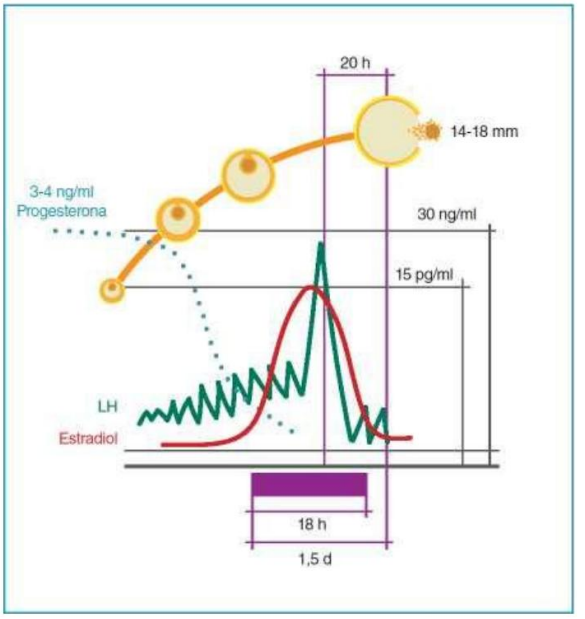


FIGURA 4.6. Dezvoltarea foliculară și modificările hormonale în timpul fazei foliculare bovine; LH: hormon luteinizant.

Secreția hormonului foliculostimulant (FSH)

Mecanismele care controlează secreția de FSH în timpul ciclului estral nu sunt la fel de clar elucidate ca cele care determină eliberarea de LH. Creșterea concentrației de FSH preovulatorie pare a fi guvernată de aceleași mecanisme care determină creșterea bruscă a LH, și anume, o stimulare a secreției de GnRH cauzată de feedback-ul pozitiv din partea estrogenilor ovarieni. Cu toate acestea, creșterea concentrației de FSH o precede pe cea a LH. Informațiile obținute până în prezent indică

că stimularea estrogenilor are loc exclusiv în hipotalamus, deoarece, dacă eliberarea de GnRH este blocată, creșterea FSH stimulată de estrogeni nu are loc.

Modificări ale foliculului preovulator și ale ovulației

Imediat înainte de ovulație, apar modificări ale

foliculul care determină faptul că celulele granuloase își pierd capacitatea de a secreta estrogeni și încep să producă și să elibereze progesteron, în același timp peretele foliculului slăbește astfel încât se rupe și

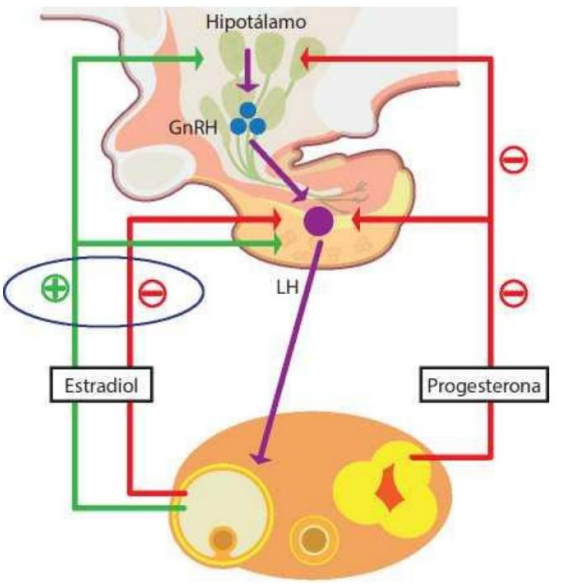


FIGURA 4.7. Feedback între estrogenii secretați de foliculul ovarian și axa GnRH-LH. Feedback-ul poate fi negativ în prezența unui corp galben (și, prin urmare, a progesteronului) sau pozitiv atunci când corpul galben regresează. GnRH: hormon de eliberare a gonadotropinei; LH: hormon luteinizant.

Eliberarea ovocitului poate avea loc. În urma creșterii nivelului de LH, meioza ovocitului se reia, fiind controlată de un factor inhibitor, probabil produs de celulele granuloase. Prima diviziune este completă, iar primul corp polar este eliminat înainte de ovulație (cu excepția cățelei și a iepei). De asemenea, în urma creșterii nivelului de LH,

Machine Translated by Google

factor inhibitor al luteinizării, care împiedică celulele granuloase să sufere luteinizare prematură.
Astfel, începând cu creșterea nivelului de LH, chiar înainte de producerea ovulației, celulele granuloase încep să se transforme în țesut luteal.

Un efect important al creșterii nivelului de LH este inducerea producției de substanțe în celulele granuloase care slăbesc joncțiunile intercelulare din interiorul peretelui celular granulos. Se știe că anumiți hormoni, cum ar fi prostaglandinele F1, E2 (PGF2α) și E2 (PGE2), estrogenii și relaxina, își cresc concentrația în lichidul folicular în această perioadă. Inhibarea creșterii nivelului unora dintre acești hormoni previne declanșarea ovulației.

Unii autori sugerează că o creștere a relaxinei reduce joncțiunile gap dintre celulele tecale care căptușesc suprafața foliculului, slăbind peretele acestuia. La rândul său, PGF ar stimula contracțiile ovariene, promovând ruptura foliculului.

Se credea cândva că ovulația se datorează unei creșteri a presiunii în interiorul antrului folicular, dar acum se știe că acesta nu este mecanismul principal. Elasticitatea foliculului permite presiunii intrafoliculare să rămână stabilă chiar și atunci când volumul de lichid folicular crește în timpul creșterii. Slăbirea pereților foliculari, contracțiile ovariene și formarea edemului invaziv scad coeziunea dintre celulele tecii externe. Ruptura finală a foliculului provine din dezintegrarea țesutului său conjunctiv, rezultat al acțiunii enzimelor proteolitice capabile să rupă legăturile dintre fibrele de colagen ale țesutului conjunctiv. Aceste enzime au fost identificate în fibroblastele tecale care căptușesc peretele folicular.

Pe măsură ce foliculii cresc, vascularizația lor superficială crește, cu excepția zonei centrale, care constituie viitorul punct de ruptură (stigmat), care devine foarte subțire.
În urma creșterii nivelului de LH, foliculul ovulator primește un volum mare de sânge, iar permeabilitatea capilarelor sale crește. Acest lucru se întâmplă în paralel cu dezintegrarea straturilor celulare înconjurătoare. Celulele musonice ale foliculului în creștere se separă progresiv unele de altele începând cu creșterea nivelului de LH, permițând eliberarea ovocitului din celulele granuloase și reluarea meiozei, așa cum s-a explicat anterior. Aceleași celule musonice secretă glicoproteine care înconjoară ovocitul cu corona radiata, formând o masă vâscoasă ce îl înconjoară. Odată ce stigmatul se rupe la vârful său, lichidul folicular este eliberat, iar masa vâscoasă formată de glicoproteine se dispersează pe suprafața ovarului, facilitând captarea ovocitului de către fimbrii. Ovocitul este apoi absorbit în oofor.

intrarea oviductului prin mișcările cinociliilor fimbriilor.

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 5

31 de ani

Fiziologia corpului galben și a luteolizei

Andrés Vera Cedeño și Gabriel Amílcar Bó

Odată ce are loc ovulația, corpul luteal începe să se organizeze, iar nivelurile de progesteron încep să crească. La bovine, progesteronul crește după 3 sau 4 zile, atingând o concentrație maximă între 8 și 12 zile, după care rămâne relativ constant până la scăderea bruscă între zilele 17 și 19, când are loc luteoliza. Pe măsură ce corpul luteal se dezvoltă, acesta produce un pigment carotenoid, luteina, care îi conferă culoarea galben-portocalie caracteristică. Secreția uterină de PGF2α atunci când nu există un embrion viabil (vezi Capitolul 27) induce regresia acestuia. La unele specii, corpul luteal secretă și alți hormoni, cum ar fi 17α- hidroxiprogesteron (primate), 20α-hidroxiprogesteron (șobolani, hamsteri) și estrogeni (primate). Corpul luteal poate fi considerat o glandă, a cărei singură diferență față de alte glande este natura sa tranzitorie.

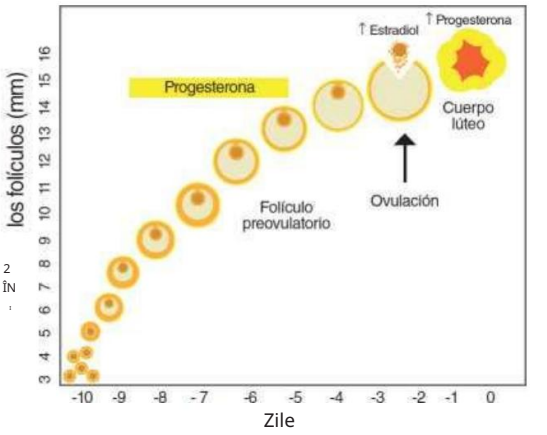


FIGURA 5.1. Creșterea finală a foliculului, ovulația și formarea corpului galben.

FORMAREA CORPULUI LUTEUM

După ovulație (fig. 5.1-5.3), cavitatea foliculului ovulator este invadată de celule granuloase și tecale, care încep imediat să prolifereze (Fitz 1982).

și colab.

Capilarele și membranele bazale sunt modificate în timpul ovulației (acest lucru poate provoca sângerări ușoare), permițând celulelor din capilare și tecă să pătrundă în cavitatea foliculară. Celulele tecale și granuloase se diferențiază (luteinizează) în celule luteale care formează corpul luteal. Celulele tecale devin mai mici (<15 µm), cunoscute sub numele de celule luteale mici, în timp ce celulele granuloase devin mai mari (>15 µm), numite și celule luteale mari. Ambele tipuri de celule luteale secretă progesteron, dar celulele luteale mici au majoritatea receptorilor de LH, astfel încât răspunsul lor la LH este de șase ori mai mare decât cel al celulelor luteale mari. De fapt, celulele luteale mici secretă aproximativ 15% din progesteron.

in vitro

produsă de corpul galben. Cu toate acestea, celulele mari posedă aproape toți receptorii pentru PGE2 și PGF2a (Braden 1988).

și alții,

Odată ce are loc ovulația, începe un proces foarte intens de angiogeneză, până în punctul în care corpul galben este organul care primește cel mai mare aport de sânge pe unitatea de țesut, de câteva ori mai mare decât rinichiul. Această creștere a fluxului sanguin către corpul galben nou format este, de asemenea, responsabilă pentru creșterea producției de progesteron, care crește de peste zece ori datorită prezenței mai mari a enzimelor care controlează precursorii căii steroidogene, în timp ce producția de androgeni și estrogeni scade din cauza pierderii enzimelor implicate în sinteza lor. Progesteronul este necesar ca facilitator, deoarece are un efect de sensibilizare prealabil asupra centrilor comportamentali ai creierului, astfel încât, odată cu creșterea ulterioară a nivelului de estrogen, se produce comportamentul estral (vezi Capitolul 24). În plus, progesteronul inhibă sinteza impulsurilor de GnRH și, prin urmare, și pulsatilitatea LH (vezi Capitolul 4).

Machine Translated by Google

În mod tradițional, se considera că corpul galben nu avea receptori pentru PGF2α înainte de ziua 5 a ciclului estral.

Machine Translated by Google

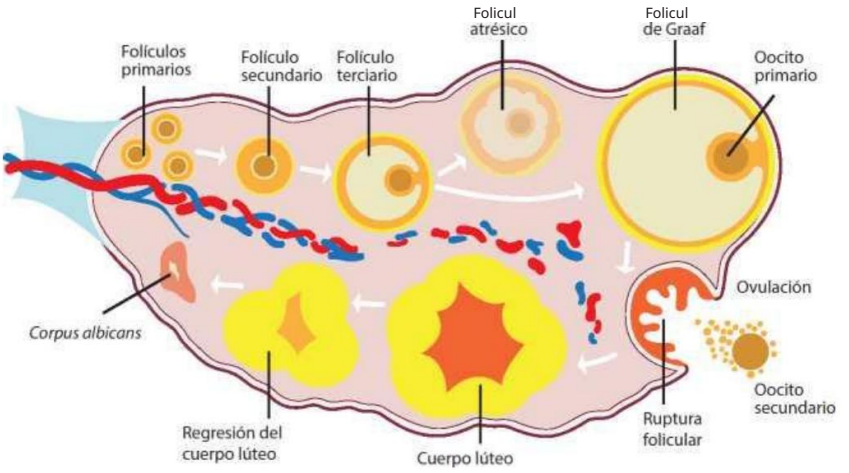
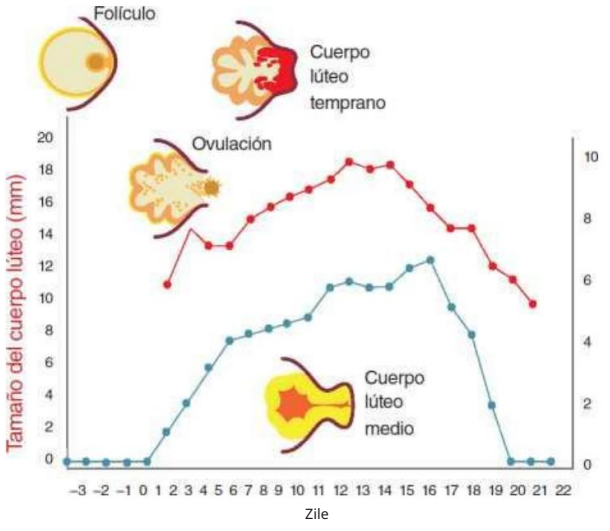


FIGURA 5.2. Procesul de dezvoltare foliculară de la foliculii antrali până la formarea și regresia corpului galben.


Folículo
Cuerpo lúteo temprano
Ovulación
Cuerpo lúteo medio
Tamaño del cuerpo lúteo (mm)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20
0 2 4 6 8 10
−3 −2 −1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22
Zile

Machine Translated by Google

FIGURA 5.3. Modificări de la folicul la corp galben activ asociate cu modificări ale concentrației de progesteron.

Prin urmare, nu a putut induce luteoliza înainte de acel moment. Cu toate acestea, acum se știe că concentrația și afinitatea receptorilor PGF în corpul luteal bovin sunt similare în zilele 2, 4, 6 și 10 ale ciclului estral (Wiltbank 1995). Aparent, diferența dintre corpul luteal imatur și cel matur (înainte sau după ziua 6) este că corpul luteal matur asigură luteoliza prin producerea de PGF2α intraluteal. Dacă această teorie este corectă, ar explica de ce corpul luteal imatur (căruia îi lipsește feedback pozitiv din partea PGF2α intraluteal) nu răspunde la administrarea exogenă de PGF2α, deși ar putea răspunde la administrarea de doze multiple din acest hormon.

Celulele

Celulele luteale mari produc, de asemenea, oxitocină, identică cu cea produsă în hipotalamus.

Machine Translated by Google

Luteoliză

Persistența corpului luteal depinde de echilibrul dintre factorii luteotropi (care stimulează funcția sa) și factorii luteolitici (care induc regresia sa). Cel mai important factor luteotrop pare a fi LH, deși la bovine au fost demonstrate și efectele FSH, prostaglandinelor I2 și E2 și factorului de creștere asemănător insulinei 1 (IGF-1). Spre deosebire de animalele de laborator, prolactina nu a demonstrat un efect luteotrop la vaci. Administrarea de LH sau hCG sau alți hormoni care induc eliberarea de LH, cum ar fi GnRH, duce la o creștere a secreției de progesteron. Unul dintre mecanismele prin care corpul luteal își determină propria distrugere este tocmai inhibarea impulsurilor de LH prin principala sa secreție, progesteronul (Knickerbocker 1988), chiar dacă efectul LH nu pare a fi foarte important în determinarea momentului luteolizei, având în vedere pulsatilitatea scăzută a acestui hormon în timpul fazei luteale. Aceasta ar însemna că, deși scăderea nivelului de LH nu determină în sine luteoliza, ar putea facilita efectul PGF2 (Fig. 5.4). În plus, cel și alții, puțin la ovine, progesteronul stimulează o creștere a rezervelor de fosfolipide din endometru, principala sursă de acid arahidonic, un precursor al prostaglandinelor.

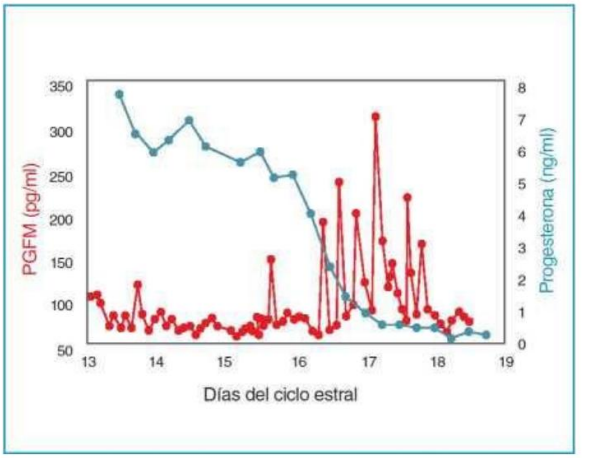


FIGURA 5.4. Secreția de progesteron și a metabolitului principal al PGF2α (PGFM) în timpul luteolizei la o vacă Holstein. (Modificat din Britt și Howard, 1992).

PGF provoacă regresia corpului galben și, în consecință, încheie faza luteală. După aproximativ 14 zile sub influența progesteronului secretat de corpul galben, endometrul secretă pulsuri de

PGF (fiecare cu o durată de aproximativ 6 ore) pentru un total de de aproximativ 36 de ore (fig. 5.4). La rumegătoare,

PGF2α ajunge la ovar prin difuzie arteriovenoasă locală, cunoscută și sub numele de mecanism în contracurent. La animalele cu histerectomie unilaterală, luteoliza PGF2α are loc numai atunci când cornul „ induce uterin rămas este ipsilateral ovarului cu corpul galben. Acest lucru se datorează existenței unui mecanism în contracurent, în care o parte din PGF2α, care iese prin vena uterină, traversează peretele la nivelul anastomozei arteriovenoase și trece direct în artera ovariană, ocolind metabolismul din plămâni (Fig. 5.5).

La ovine este secretată pulsatil, cu 3-4 impulsuri la fiecare 24 de ore, fiind necesare cel puțin 5 impulsuri pentru a declanșa luteoliza (Leymarie și Martal, 1993).

Mecanismul luteolizei implică diferite

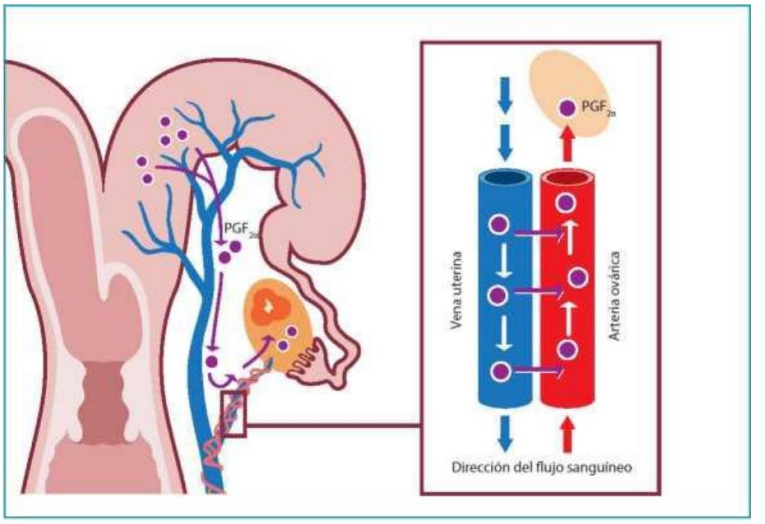


FIGURA 5.5. Trecerea prostaglandinei F2a (PGF2a) din vena uterină în artera ovariană.

Machine Translated by Google

hormoni din foliculii ovarieni (estradiol), corpul galben în sine (oxitocină) și endometru (PGF,,).
Se pare că cheia apariției luteolizei este legată de inducerea receptorilor endometriali uterini pentru oxitocină de către estradiol (Fig. 5.6).

Estradiolul din foliculul dominant interacționează cu receptorii săi endometriali și induce sinteza receptorilor de oxitocină (Fig. 5.7). Ulterior, oxitocina circulantă (care provine în principal din neurohipofiză și apoi din corpul luteal) se leagă de receptorii săi, activând fosfolipaza A, care eliberează acid arahidonic și induce cascada de sinteză a acidului arahidonic. Această cascadă duce la producerea de PGF prin sistemul venos, care ajunge la ovar prin sistemul arterial. Aceasta, la rândul său, stimulează eliberarea de oxitocină din corpul luteal, iar „ uterin. PGF2α părăsește uterul această oxitocină luteală induce o secreție suplimentară de PGF de către endometru, stabilind...

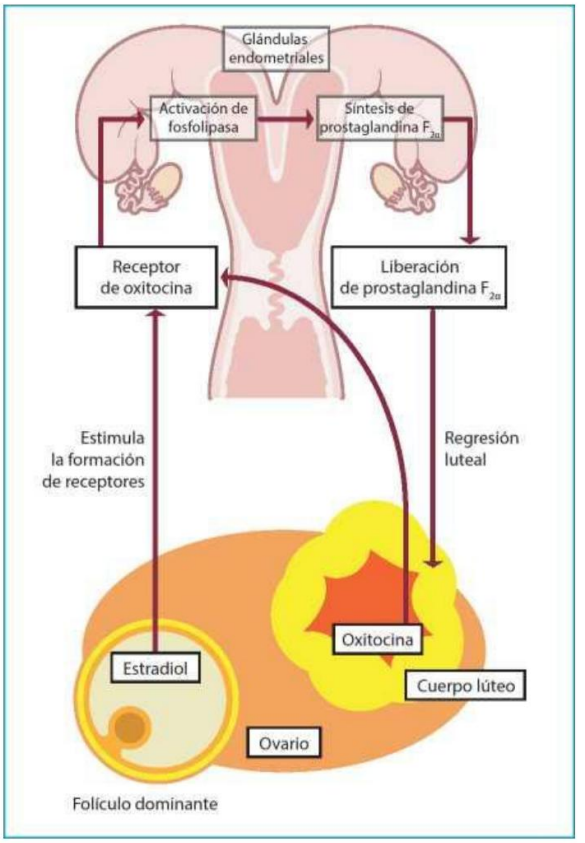


FIGURA 5.6. Model care ilustrează procesul de luteoliză la rumegătoare. (Adaptat după Britt și Howard, 1989).
o buclă de feedback pozitiv între ambii hormoni care duce la creșterea nivelurilor de PGF, cu distrugerea în consecință a corpului galben (Knickerbocker 1988). ție

Rata de sinteză a oxitocinei este cea mai mare în faza luteală timpurie, iar aceasta este apoi stocată, astfel încât conținutul de oxitocină din țesutul luteal crește în faza luteală mijlocie-târzie. Prin urmare, când începe luteoliza, este stimulată secreția de oxitocină și PGF. Acest mecanism de feedback pozitiv între oxitocină și „ Acestea cresc în paralel.

PGF asigură producerea luteolizei (Fig. 5.8). Administrarea exogenă a doar dacă uterul oxitocinei mai devreme induce regresia corpului luteal este prezent.

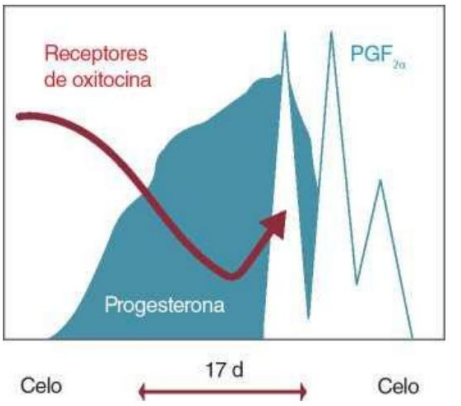


FIGURA 5.7 Dinamica receptorilor de oxitocină în timpul ciclului estral ovin; PGF2a: prostaglandină F2a.

Machine Translated by Google

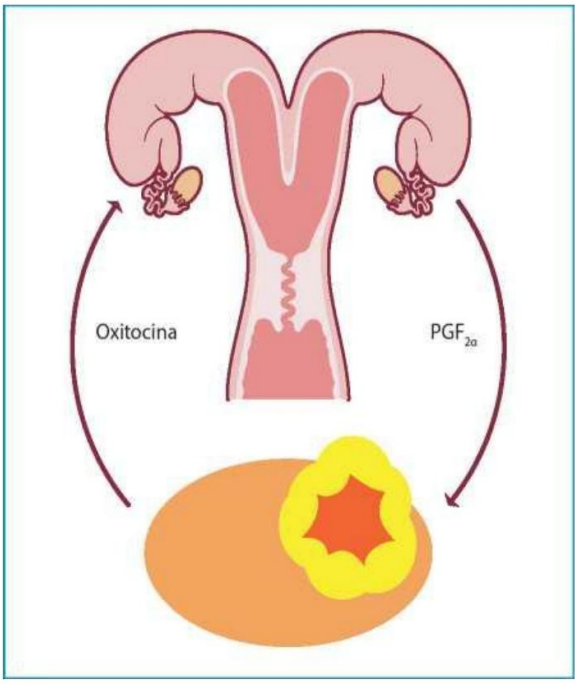


FIGURA 5.8. Feedback pozitiv între prostaglandina F2a
(PGF20D uterină și oxitocină luteală care se termină cu luteoliză.

REFERINȚE

[PubMed] Braden TD, Gamboni F, Niswender GD. Efectele prostaglandinei F induse luteoliză asupra populațiilor de celule din corpul galben ovin. Biol Reprod. 1988;39:245-253.

2. Britt JH, Howard HJ. Endocrinologie și fiziologie a funcției corpului galben la bovine. Atelier de transfer de embrioni; Saskatton (Canada); 1989.

3. Fitz TA, Mayan MH, Sawyer HR, Niswender GD. Caracterizarea a două tipuri de celule steroidogene în corpul galben ovin. Biol Reprod. 1982;27:703-711.

4. Knickerbocker JJ, Wiltbank MC, Niswender GD. Mecanismul luteolizei la animale domestice. Domest Anim Endocrinol. 1988;5:91-107.

5. Leymarie P, Martal J. Corpul galben de la ciclu la gestație. En: Thibault C, Levasseur MC, Hunter RHF (ed.). Reproducerea la mamifere și la om. Paris (Franța): Ellipses; 1993.

6. Wiltbank MC, Shiao TF, Bergfelt DR, Ginther OJ. Receptorii de prostaglandine F2a în corpul luteum bovin timpuriu. Biol Reprod. 1995;52:74-82.

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 6

Dinamica folliculară la bovine

Andrés Vera Cedeño, Gabriel Amílcar Bó

DINAMICA FOLICULARĂ ÎN TIMPUL CICLULUI ESTROFICITATEA BOVINELOR ADULTE

Foliculii ovarului bovin se dezvoltă în valuri.

Un val de creștere folicular constă într-un număr mare de foliculi care se dezvoltă simultan, urmat de selecția și creșterea foliculului dominant și regresia sau atrezia foliculilor subordonați (Fig. 6.1). În timpul fazei luteale, foliculul dominant începează să crească și regresează, dând naștere creșterii unui...

un nou val folicular.

S-a demonstrat că există două sau trei valuri de dezvoltare folliculară în timpul ciclului estral (Fig. 6.2). În fiecare val, toți foliculii cresc timp de 2-3 zile, iar unul dintre ei este selectat, continuă să crească și devine foliculul dominant (Fig. 6.3). Foliculii rămași, numiți foliculi subordonați, devin atretici și regresează. Foliculul dominant al primului val va fi anovulator deoarece se dezvoltă în timpul fazei luteale și are o fază de creștere (zilele 0-6), o fază aparent statică (zilele 6-12) și o fază de regresie (din ziua 12 încolo) (Fig.

6.4). Foliculii subordonați din fiecare undă cresc în dimensiune, iar cel mai mare dintre ei poate atinge un diametru de 8 mm la 3 zile după apariția undei; apoi au o fază statică scurtă și regresează. Indiferent de modelul de dezvoltare folliculară al ciclului,

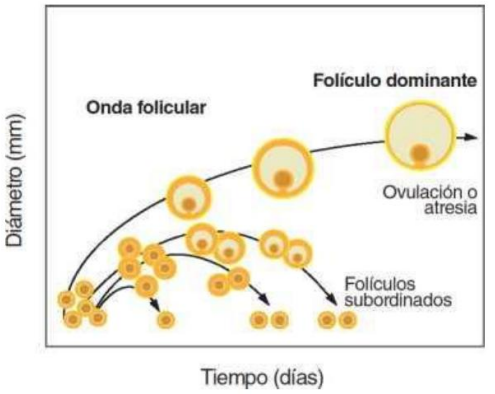


FIGURA 6.1. Ilustrarea modelului de creștere folliculară și a ovulației al foliculului dominant.

Primul val de dezvoltare folliculară apare în ziua ovulației (ziua 0). Caracteristicile fiecărui val sunt prezentate în Tabelul 6.1. Corpul galben regresează mai devreme în ciclurile cu două valuri decât în ciclurile cu trei valuri, rezultând un ciclu estral mai scurt. În ambele cazuri, foliculul dominant, în momentul luteolizei, devine foliculul ovulator (Fig. 6.2, 6.5 și 6.6).

TABELUL 6.1. Principalele caracteristici ale ciclurilor estrale cu două sau trei valuri.

	Din valuri	Trei valuri
Durata ciclului (zile)	18-20	21-23
Urgență val (ziua ciclului)		
Primul	00	
Doilea	9-10	8-9
Treilea		15-16
Luteoliză (ziua ciclului)	16	19

Unele animale pot avea cicluri cu patru valuri, al patrulea val începând în ziua 20 sau 21, și un ciclu estral de 24-25 de zile (Zeitoun 1996). Factori precum starea nutrițională, stresul termic și sezonalitatea pot modifica modelul dezvoltării folliculare. O stare nutrițională bună este asociată cu o proporție mai mare de cicluri cu trei valuri (Murphy 1991).

Reglarea endocrină a dinamicii foliculare

Figura 6.2 prezintă un model care explică rolul FSH, LH și progesteronului în reglarea dinamicii folliculare (Adams și Pierson, 1995). Adams a demonstrat în 1992 că există creșteri ale concentrației de FSH înainte de apariția fiecărui val (Adams 1992), ceea ce determină recrutarea foliculilor pentru acel val. Creșterea FSH începe la două zile după începerea recrutării foliculilor.

înainte de apariția undei folliculare și atinge vârful cu o zi înainte sau în ziua în care începe undea.

Prin urmare, se observă două vârfuri FSH în ciclurile cu două unde și trei vârfuri în ciclurile cu trei unde (Fig. 6.7).

Machine Translated by Google

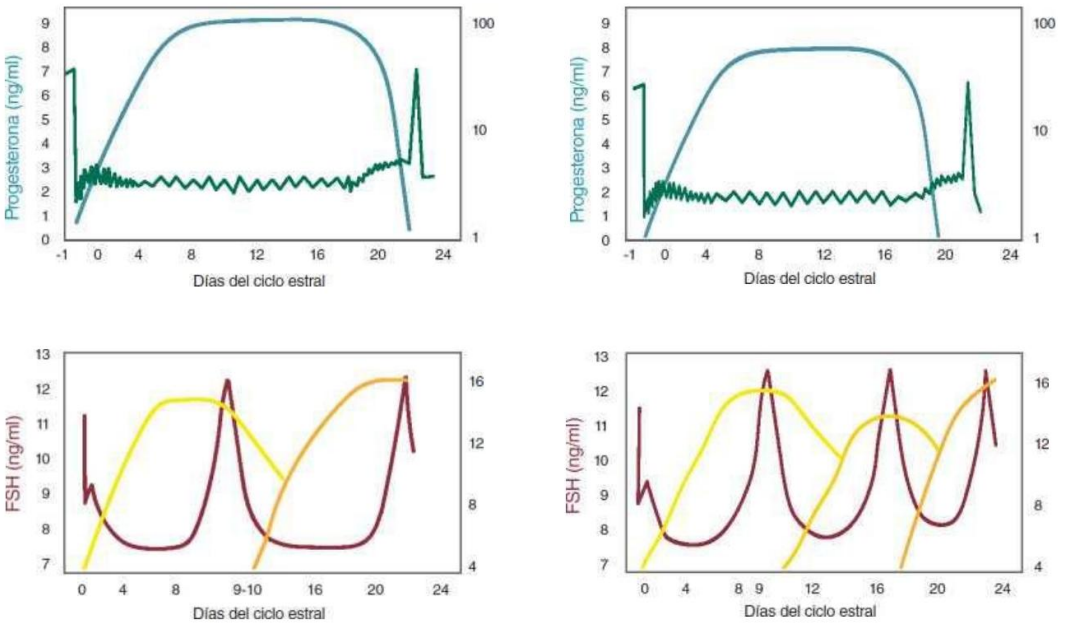
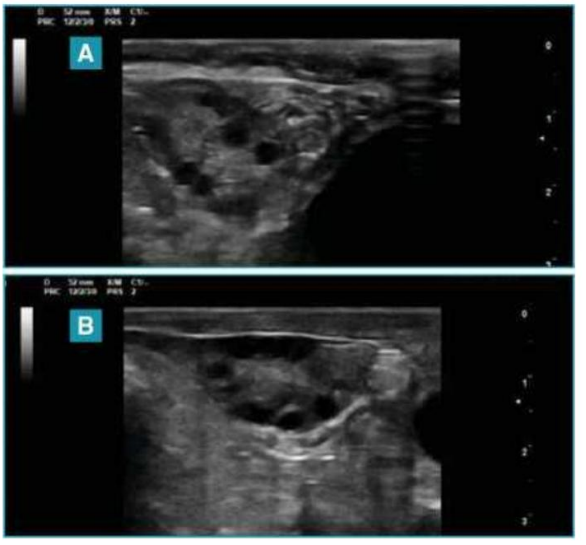


FIGURA 6.2. Model propus pentru a explica dinamica foliculară în timpul intervalelor ovulatorii de două unde (stânga) și trei unde (dreapta). Porțiunea superioară prezintă schematic concentrațiile plasmatice de progesteron și impulsurile de LH, care nu indică frecvența și amplitudinea impulsurilor reale. Graficele inferioare reprezintă o reprezentare schematică a dezvoltării foliculilor dominanți și subordonați și a relației acestora cu concentrațiile plasmatice de FSH. (Adaptat după Adams și Pierson, 1995).



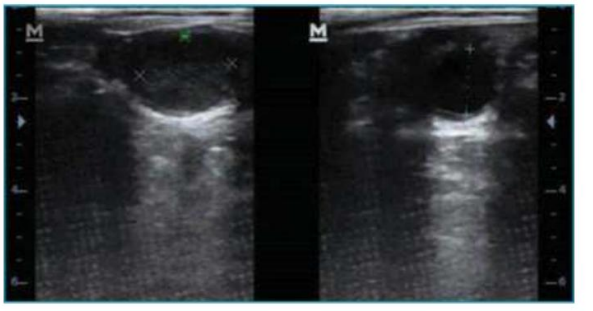


FIGURA 6.4. Ecografie ovariană în ziua 7 a ciclului, care arată un corp galben de 17 mm în ovarul stâng și, în ovarul drept, foliculul dominant al primului val folicular.

FIGURA 6.3. Imagine a creșterii corpului galben (ovarul stâng) (B) și a foliculului dominant deja selectat (ovarul drept) (A) în ziua 4 a ciclului estral. Foliculii subordonați de 3 până la 6 mm sunt deja în faza de regresie.

Machine Translated by Google

FIGURA 6.5. Ovar cu un folicul de 8 mm în diametru.

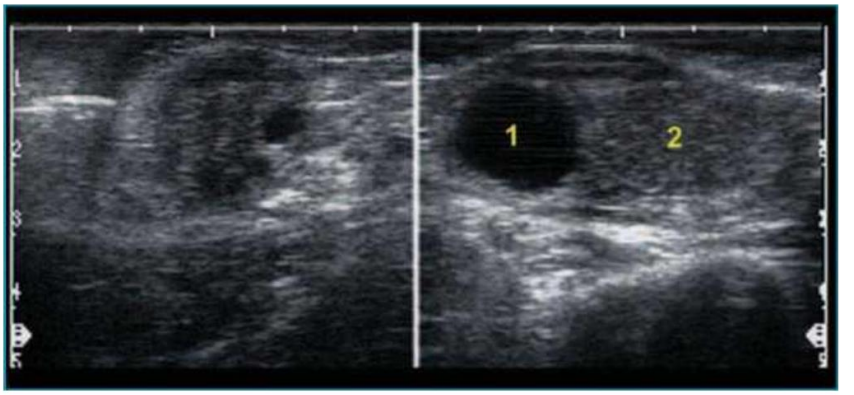


FIGURA 6.6. Ecografia prezintă un ovar cu un corp galben în regresie și un folicul dominant (dreapta) și un altul cu foliculi subordonați (stânga).

Mecanismul prin care, în fiecare val de dezvoltare foliculară, un folicul este selectat și devine dominant, provocând regresia foliculilor rămași, nu este pe deplin înțeles. Relația dintre nivelurile de FSH și dezvoltarea foliculară ar putea explica fenomenul de creștere a foliculului dominant și atrezia foliculilor subordonați. Se poate observa că, în același timp în care profilurile de creștere ale foliculilor dominanți și subordonați încep să se diferențieze (numit moment de deviere), FSH scade rapid (Fig. 6.7). Prin urmare, termenul indică faptul că un folicul din val va fi dominant și ovulator în timp util, iar termenul reprezintă schimbarea bruscă a creșterii selec ie abatere

Foliculii atunci când cel dominant începe să crească mai repede, iar cei subordonați încetează să crească sau cresc mai lent.

Cea mai scăzută concentrație de FSH apare în jurul momentului schimbării și scade sub nivelurile necesare pentru dezvoltarea foliculilor subordonați, care suferă atrezie, în timp ce foliculul dominant dobândește capacitatea de a continua să crească cu niveluri scăzute de FSH (Ginther 2000) (Fig. 6.2 și 6.7). Hormonii produși de foliculii în creștere, cum ar fi 17β- estradiol și inhibina, acționează sistemic pentru a suprima Si alții

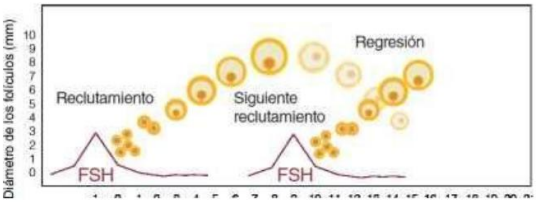
Secreția de FSH. Inhibina este secretată aparent de toți foliculii în curs de dezvoltare, în timp ce estradiolul este produs în principal de foliculul dominant (Kulick). i

al, 1999).

Foliculul dominant poate crește cu niveluri scăzute de FSH prin sintetizarea receptorilor de LH în celulele sale granuloase, în timp ce foliculii subordonați suferă atrezie.

Toți foliculii posedă receptori pentru LH în celulele tecale și receptori pentru FSH în celulele granuloase, dar numai foliculul dominant dobândește receptori pentru LH în celulele granuloase. Receptorii pentru LH cresc brusc din ziua 4 a valului, când foliculul dominant are un diametru mai mare de 8 mm (Xu

și colab. 1995).



*1 VI £ OHOO t OO IV II lE IO IH IO I I t IO I» £M ¿I

Zilele ciclului estral

Machine Translated by Google

FIGURA 6.7. FSH crește înainte de apariția fiecărei unde într-un ciclu de două valuri.

Machine Translated by Google

Răspunsul la LH și capacitatea de a deveni un folicul dominant nu par a fi un proces de tipul „totul sau nimic”, ci mai degrabă o diferență cantitativă, nu absolută, între foliculii din cadrul unui val. Într-o stare de deficit relativ de LH

Foliculii anovulatori FSH, subordonați și dominanți rămân viabili o perioadă în timpul fazelor lor statice. Relația dintre nivelurile de LH și creșterea foliculară explică, de asemenea, regresia foliculului dominant în undele foliculare anovulatorii și începutul următorului val folicular (cunoscut și sub numele de turnover folicular). Administrarea unor niveluri ridicate de progesteron modifică dezvoltarea foliculului dominant la bovine, deoarece afectează negativ frecvența...

Impulsuri de LH (Fig. 6.8). Prin urmare, pe măsură ce nivelurile de progesteron cresc din cauza creșterii corpului galben, secreția pulsatilă de LH este inhibată, foliculul dominant își încetează funcțiile metabolice și regresează. Secreția de estradiol și inhibină scade înainte ca diametrul foliculului dominant să se micșoreze, dar acest lucru permite creșterea concentrațiilor de FSH și recrutarea foliculilor din următorul val folicular. În schimb, după luteoliză, nivelurile circulante de progesteron scad, crescând frecvența impulsurilor de LH, determinând foliculul dominant să crească și să secrete mai mult estradiol, rezultând semne de estrus și creșterea bruscă a LH preovulatorie (Fig. 6.9).

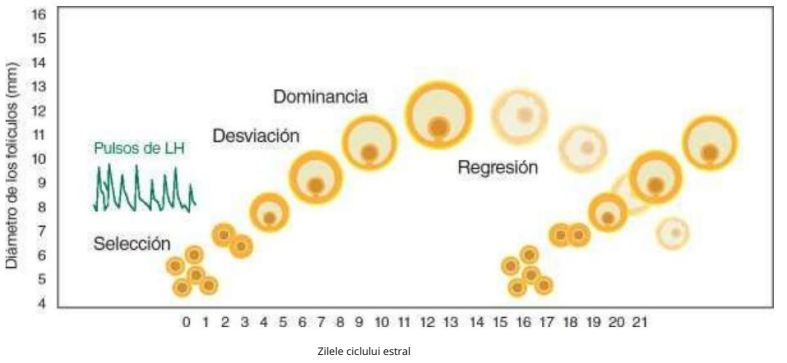
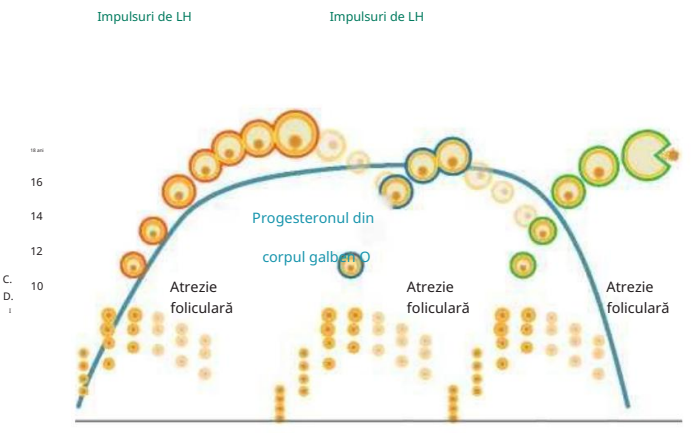


FIGURA 6.8. Ilustrarea dezvoltării foliculare, a impulsurilor de LH și a legăturii acestora cu creșterea și menținerea foliculilor mari.



- Primul val folicular
- Al doilea val folicular
- Al treilea val folicular

Machine Translated by Google

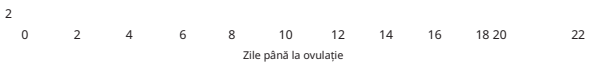


FIGURA 6.9. Asocierea dintre concentrația de progesteron, pulsatilitatea LH și dezvoltarea foliculară la o vacă cu trei valuri.

Machine Translated by Google

Pe lângă factorii endocrini legați de creșterea și regresia foliculilor, au fost studiați și factorii de reglare intragonadali implicați în controlul autocrin și paracrin al funcției ovariene. În general, acești factori modulează numărul și dezvoltarea foliculilor în creștere, în principal prin reglarea gonadotropinelor sau a răspunsului la acestea. Cu toate acestea, efectele supresive ale foliculului dominant asupra foliculilor subordonați par a fi exercitate prin canale sistemice mai degrabă decât autocrine sau paracrine.

REFERINȚE

1. Adams GP, Matteri RL, Kastelic JP, Ko JCH, Ginther OJ. Asocierea dintre creșterile bruște ale hormonului foliculostimulant și apariția undelor foliculare la juninci. J Reprod Fert. 1992;94:177-188.
2. Adams GP, Pierson RA. Model bovin pentru studiul dinamicii foliculare ovariene la om. Theriogenology. 1995;43:113-120.
3. Ginther OJ. Selecția foliculului dominant la bovine și cabaline. Anim Reprod Sci. 2000;60-61:61-79.
4. Kulick LJ, Kot K, Wiltbank MC, Ginther OJ. Dinamica foliculară și hormonală în timpul primului val folicular la juninci. Theriogenology. 1999;52:913-921.
5. Murphy MG, Enright WJ, Crowe MA, McConnell K, Boland MP, Roche JF. Efectul aportului alimentar asupra modelului de creștere a foliculilor dominanți în timpul ciclului estral. la junincile de carne. J Reprod Fertil. 1991;92:333-338.
6. Xu Z, Garverick HA, Smith GW, Smith MF, Hamilton SA, Youngquist RS. Expresia ARNm a receptorilor FSH și LH în foliculii bovini în timpul primului val folicular. Biol Reprod. 1995;53:951-957.
7. Zeitoun MM, Rodriguez HF, Randel RD. Efectul sezonului asupra dinamicii foliculare ovariene la vacile Brahman. Theriogenology. 1996;45:1577-1581.

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 7

Dinamica foliculară la rumegătoarele mici

Alejo Menchaca

UNDELE DE DEZVOLTARE FOLICULARĂ

Ovarul ovinelor și caprelor adulte conține între 12.000 și 90.000 de foliculi primordiali și între 100 și 400 de foliculi în creștere, dintre care 10 până la 40 sunt vizibili pe suprafața ovariană (Monniaux 1997). Acești foliculi se dezvoltă conform unui model determinat de diverși hormoni și factori de creștere (Fig. 7.1). Foliculii vizibili cu ochiul liber - în special cei cu un diametru mai mare de 2-3 mm - prezintă o dinamică de creștere și regresie într-un model ondulatoriu.

Studiul dinamicii foliculare este posibil prin utilizarea ecografiei ovariene (Fig. 7.2). Un val folicular este definit ca apariția simultană a unui grup de

Sunt prezenți foliculi antrali mici (2–3 mm), dintre care, în general, la oi și capre, unul sau doi ating o dimensiune mai mare de 5 mm în diametru. Acești foliculi cresc și regresează împreună cu o oarecare regularitate, iar la oi și capre, fiecare undă apare aproximativ la fiecare 5 zile (Tabelele 7.1 și 7.2). În timpul unui ciclu interovulator (sau ciclu estral), la oi apar în mod normal 3 valuri (variind de la 2 la 4 valuri într-un ciclu de 17 zile) și 4 valuri la capre (de la 2 la 5 valuri într-un ciclu de 21 de zile). Undele foliculare nu apar doar în timpul ciclului estral; ele există și înainte.

de la pubertate, în timpul anestrului sezonier și în timpul gestației, adică practic pe tot parcursul vieții femelei.

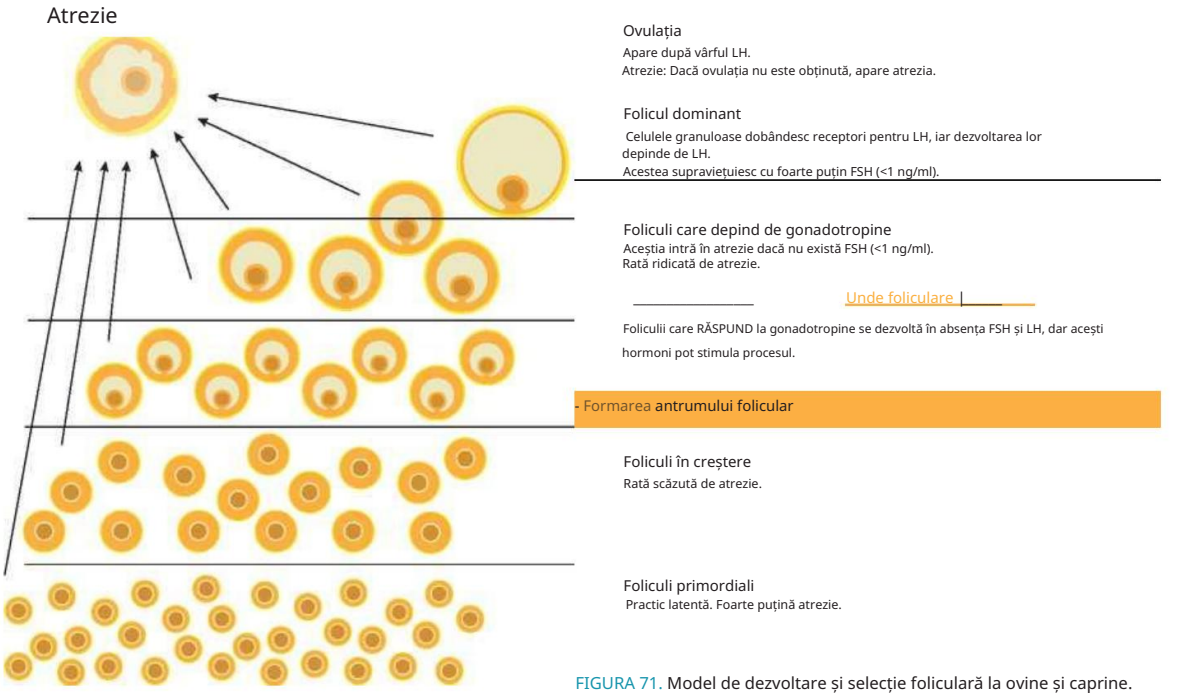

Atrezie
Ovulația
Apare după vârful LH.
Atrezie: Dacă ovulația nu este obținută, apare atrezia.
Folicul dominant
Celulele granuloase dobândesc receptori pentru LH, iar dezvoltarea lor depinde de LH.
Acestea supraviețuiesc cu foarte puțin FSH (<1 ng/ml).
Foliculi care depind de gonadotropine
Această intră în atrezie dacă nu există FSH (<1 ng/ml).
Rată ridicată de atrezie.
Unde foliculare
Foliculii care RĂSPUND la gonadotropine se dezvoltă în absența FSH și LH, dar acești hormoni pot stimula procesul.
- Formarea antrumului folicular
Foliculi în creștere
Rată scăzută de atrezie.
Foliculi primordiali
Practic latentă. Foarte puțină atrezie.

FIGURA 71. Model de dezvoltare și selecție folliculară la ovine și caprine. În valurile foliculare apar foliculi antrali cu diametrul mai mare de 2 mm, iar creșterea lor depinde de FSH și LH. (Adaptat după Scaramuzzi) al, 2011).

Machine Translated by Google

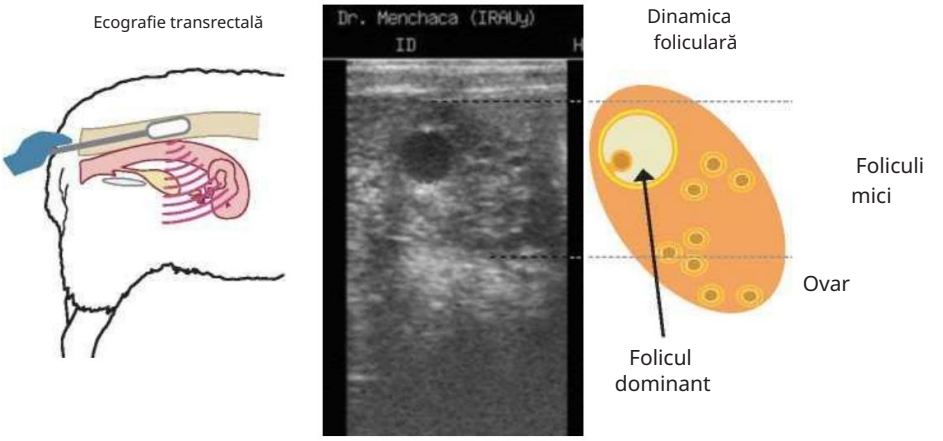


FIGURA 72. Studiul dinamicii foliculare utilizând ecografia transrectală la ovine și caprine. Este o metodă neinvazivă care permite studii repetate la același animal pe perioade lungi de timp.

TABELUL 71. Dinamica foliculară în timpul ciclului estral la oi.

Etapă	Apoi 1	Apoi 2	Apoi 3	Apoi 4	Valul ovulator
Ziua de urgență (zile de la ovulație)	0	4-5	8-13	12-16	11-16
Valul 3 (sau 4)					
Ziua diametrului maxim (zile de la ovulație)	~5	8-13	12-17	17-18	16-18
Diametru maxim	5-6 mm	~5 mm	5-6 mm	5-7 mm	5-7 mm

Machine Translated by Google

		Rata de creștere		
	~1 mm/zi			
		<1 mm/zi		
		<1 mm/zi		
		~1 mm/zi		
	~1 mm/zi			

Bazat pe Evans (2003).

TABELUL 72. Dinamica foliculară în timpul ciclului estral la capră.

		Etapă		
	Apoi 1			
		Apoi 2		
		Apoi 3		
		Apoi 4		
		Valul ovulator		
		Ziua de urgență (zile de la ovulație) 0 5-6 9-14 14-19 14-19		
		Valul 4 (sau 3)		
	Ziua diametrului maxim (zile de la ovulație)			
		5-6		
		9-14		
		14-21		
		21-22		
		20-22		
		Diametru maxim		
	5-8 mm			
		5-6 mm		
		5-6 mm		
		6-9 mm		
		6-9 mm		
		Rata de creștere		
	~1 mm/zi			
		<1 mm/zi		
		<1 mm/zi		
		~1 mm/zi		
	~1 mm/zi			

Bazat pe Rubianes și Menchaca (2003).

Machine Translated by Google

RECRUTARE ȘI DOMINANȚĂ
FOLICULAR

Undele foliculare au o fază de creștere și o fază de regresie, în funcție de creșterea foliculului cu diametrul mai mare, așa cum este descris la vaci (vezi capitolul).
6) Faza de creștere include trei concepte sau etape principale: recrutarea, selecția și dominanța foliculară (Tabelul 7.3).
Aceasta are loc în fiecare undă foliculară, iar după recrutare, selecție și dominanță, foliculul dominant poate fie să ovuleze, fie să înceapă un proces de regresie, scăzând în dimensiune și suferind atrezie. Când un folicul dominant ovulează sau își începe regresia, acesta încetează să mai exercite dominanță și apare un nou grup de foliculi mici, inițiind o nouă undă foliculară. Atât la ovine, cât și la caprine, poate apărea uneori un fenomen particular, codominanța sau dominanța partajată. Aceasta implică selecția a mai mult de un folicul dominant (doi sau trei foliculi), care continuă să crească și să exercite dominanță asupra restului populației foliculare. Codominanța în timpul undei ovulatorii poate duce la ovulația mai multor foliculi, ceea ce poate duce la sarcina de gemeni sau tripleți.

TABELUL 7.3. Etapele unui val folicular în timpul fazei

Etapă	Caracteristici
Recrutare	Creșterea sincronă a unei cohorte de foliculi mici care dă naștere unui val folicular
Selec ie	Unul dintre acești foliculi este selectat pentru a continua să crească.
Dominanță	Foliculul selectat continuă să crească, împiedicând creșterea altor foliculi mici și inducându-le atrezia.

cre tere.

CONTROLUL ENDOCRIN AL DINAMICII FOLICULAR

Dinamica foliculară este reglată de sistemul endocrin și, deși este influențată de diverși factori intrinseci și extrinseci la femei, majoritatea acestora acționează prin acțiune hormonală. Acești hormoni își exercită acțiunea prin axa hipotalamo-hipofizo-gonadă și, în termeni simplificați, această funcție poate fi atribuită în principal

FSH și LH (dependente de GnRH), deși este influențat și de estradiol și progesteron (Fig. 7.3).
Apariția fiecărui val folicular este precedată de o creștere a concentrațiilor de FSH, ceea ce promovează creșterea foliculilor mici și duce la recrutare.
Următoarea etapă (adică selecția foliculului dominant) are loc atunci când unul dintre foliculii recrutați dobândește receptori LH pe celulele sale granuloase, permițându-i să continue să crească fără suport FSH. În acest fel, foliculii mai mici, care necesită suport FSH, regresează și suferă atrezie în absența acestui hormon. Foliculii mai mari (mai mari de 4 mm) continuă să crească sub influența LH. Acest mecanism acționează apoi sistemic, mediat de glanda pituitară, și astfel un folicul mare dintr-un ovar exercită dominanță și oprește creșterea altor foliculi din celălalt ovar (Fig. 7.3).

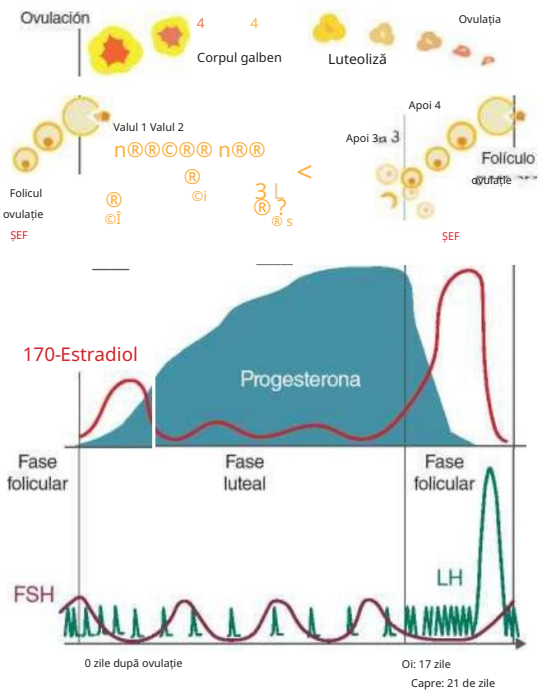


FIGURA 7.3. Dinamica foliculară în timpul ciclului estral la ovine și caprine.
Fiecare undă foliculară este precedată de o creștere a concentrațiilor de FSH, care promovează dezvoltarea foliculară, ducând la o creștere a concentrațiilor de estradiol, un hormon ce inhibă eliberarea de FSH.
Unul dintre foliculii recrutați (pot fi doi sau trei) sintetizează receptori LH în celulele granuloase și continuă să crească datorită LH, chiar și cu niveluri scăzute de FSH. Foliculii rămași regresează și suferă atrezie.
Când foliculul dominant ovulează sau regresează, acesta încetează să producă estradiol, FSH-ul crește din nou și apare un nou val.

Estradiolul și inhibina sunt produse în principal de

Machine Translated by Google

Foliculul dominant este influențat de acești hormoni ovarieni, care, atunci când sunt eliberați în fluxul sanguin, acționează central prin inhibarea eliberării hipofize de FSH; aceștia exercită astfel dominanță asupra foliculilor subordonați (Evans, 2003). În absența progesteronului (de exemplu, în timpul fazei foliculare), estradiolul promovează, de asemenea, pulsatilitatea LH și favorizează dezvoltarea terminală a foliculului dominant, creșterea preovulatorie a LH și ovulația. În timpul fazei foliculare, LH induce, de asemenea, maturarea complexului cumulus-ovocit și reluarea meiozei ovocitare. Aceasta are loc la sfârșitul creșterii foliculare terminale, chiar înainte de ovulație, și este un proces necesar pentru ca ovocitul să dobândească competența necesară fertilizării și dezvoltării unui embrion viabil.

Progesteronul exercită, de asemenea, un efect important asupra dinamicii foliculare, atât la ovine (Evans, 2003), cât și la caprine (Rubianes și Menchaca, 2003). În prezența unor concentrații mari de progesteron (adică în timpul fazei luteale), secreția de LH este inhibată. Cu pulsatilitate scăzută a LH, foliculul dominant nu își poate menține funcția și își pierde capacitatea de a produce estradiol și inhibină, creșterea sa încetinește și, în cele din urmă, suferă atrezie. Lipsa dominanței și scăderea estradiolului circulant duc la o secreție crescută de FSH, ceea ce permite...

începutul unui nou val folicular.

O caracteristică particulară a oilor și caprelor este influența fotoperioadei asupra reproducerii, deoarece aceasta acționează asupra sistemului endocrin și a dinamicii foliculare. Modelul secreției de FSH nu este foarte diferit în timpul sezonului de reproducere și al sezonului de anestrus, ceea ce înseamnă că undele foliculare apar pe tot parcursul anului. Cu toate acestea, feedback-ul pozitiv al estradiolului și LH este modulat de fotoperioadă, astfel încât în timpul sezonului de anestrus, concentrațiile circulante de LH sunt scăzute și insuficiente pentru a promova dezvoltarea foliculară terminală și ovulația.

În consecință, foliculii mai mari dobândesc un anumit grad de dominanță, dar regresează și, astfel, apar valuri succesive fără ovulație. Oile și caprele petrec câteva luni în anestrus fără a ovula, dar valuri foliculare continuă să apară. Același lucru se întâmplă și în stadiul juvenil anterior pubertății. La oi, care au în general foliculi mai mici decât caprele (Tabelele 7.1 și 7.2), s-a propus că dominanța foliculară poate fi atenuată în timpul anestrusului. Cu toate acestea, și dincolo de aceste particularități (Evans, 2003), foliculii mai mari exercită întotdeauna un anumit efect asupra restului populației foliculare, iar dominanța - mai mult sau mai puțin atenuată, cu sau fără codominanță - rămâne prezentă.

pe tot parcursul vieții femeii.

REFERINȚE

1. Monniaux D, Huet C, Besnard N, Clément F, Bosc M, Pisselet C, Monget P, Mariana JC. Creșterea foliculară și dinamica ovariană la mamifere. Reprod Fertil Suppl. 1997;51:3-23.
2. Rubianes E, Menchaca A. Modelul și manipularea foliculară ovariană creșterea la capre. Anim Reprod Sci. 2003;78(3-4):271-287.
3. Evans ACO. Creșterea foliculilor ovarieni și consecințele asupra fertilității la ovine. Anim Reprod Sci. 2003;78(3-4):289-306.
4. Scaramuzzi RJ, Baird DT, Campbell BK, Driancourt MA, Dupont J, Fortune JE Gilchrist RB, Martin GB, McNatty KP, McNeilly AS, Monget P, Monniaux D., Viñoles C, Webb R. Reglarea foliculogenezei și determinarea rata ovulației la rumegătoare. Reprod Fertil Dev. 2011;23(3):444-467.

Machine Translated by Google

Specii cu ovulație indusă

Marcelo Ratto

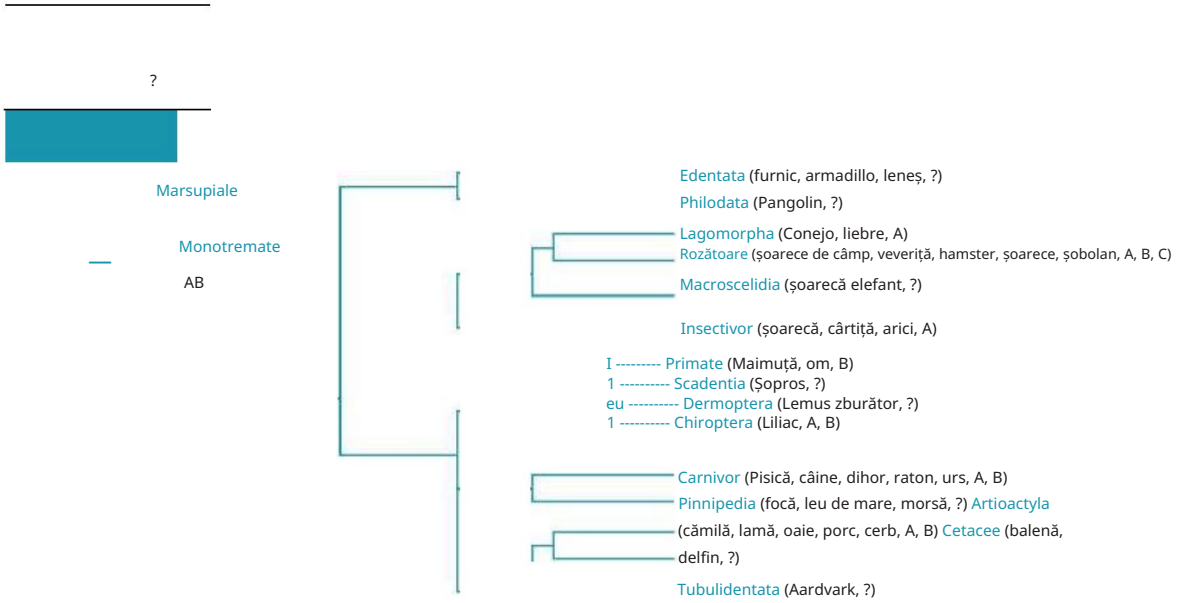
Speciile de mamifere au fost clasificate în mod tradițional ca ovulatoare spontane sau induse, pe baza tipului de stimul responsabil pentru declanșarea eliberării de GnRH. La speciile cu ovulație indusă (iepuri, dihori, pisici, camelide), semnalele de copulație declanșează secreția de GnRH și, în consecință, creșterea bruscă a nivelului de LH. Creșterea bruscă a nivelului de LH este o condiție prealabilă pentru ovulație, dar la aceste specii este declanșată de stimuli copulatori, deci ovulația nu este un eveniment ciclic regulat.

Contrar a ceea ce se credea, există o mare varietate de mamifere cu ovulație indusă, așa că s-a sugerat că acest mecanism de ovulație ar putea fi un fenomen primitiv care a dat naștere evolutiv ovulației spontane.

DOVEZI ALE MECANISMULUI DE OVULAȚIE INDUSĂ

Primul raport care arată că copulația induce ovulația a fost realizat de W. Heape (1905), care a observat-o la iepuri. Se pare că există un model evolutiv sau o preferință pentru ovulația indusă față de ovulația spontană în rândul speciilor. Unii autori au S-a sugerat că ovulația indusă este o trăsătură primitivă datorită existenței sale în ordine primitive precum Rodentia, Lagomorpha și Insectivora, dar prezența ovulatorilor induși în ordinul Artiodactyla (de exemplu, lame, alpaca și cămile) nu este în concordanță cu această teorie (fig. 8.1) Deși nu pare să existe un model filogenetic în mecanismul ovulatoriu, se crede că factorii de mediu sau indiciile sociale influențează prezența ovulației induse. De asemenea, merită menționat faptul că în ultimii ani o mare varietate de animale aparținând ordinului Rodentia au fost adăugate pe lista ovulatorilor induși.

Clasificarea speciilor ca ovulatoare spontane sau induse poate fi prea strictă, deoarece ovulatoarele induse pot ovula ocazional spontan, iar copulația poate induce sau accelera ovulația la speciile considerate ovulatoare spontane. De exemplu, specii precum șobolanii, șoarecii și oamenii sunt ovulatoare spontane, dar în anumite condiții de mediu sau fiziologice, pot deveni ovulatoare induse, concept cunoscut sub numele de ovulatoare induse facultative. Conform lui Conaway (1971), speciile pot fi clasificate ca


?
Marsupiale
Monotremate
AB
Edentata (furnic, armadillo, leneș, ?)
Philodata (Pangolin, ?)
Lagomorpha (Conejo, liebre, A)
Rozătoare (șoarece de câmp, veveriță, hamster, șoarece, șobolan, A, B, C)
Macroscelidia (șoarecă elefant, ?)
Insectivor (șoarecă, cârtiță, arici, A)
I --------- Primate (Maimuță, om, B)
1 ---------- Scadentia (Șopros, ?)
eu ---------- Dermoptera (Lemus zburător, ?)
1 ---------- Chiroptera (Liliac, A, B)
Carnivor (Pisică, câine, dihor, raton, urs, A, B)
Pinnipedia (focă, leu de mare, morsă, ?) Artioactyla
(cămilă, lamă, oaie, porc, cerb, A, B) Cetacee (balenă,
delfin, ?)
Tubulidentata (Aardvark, ?)

Machine Translated by Google

Perissodactyla (Cal, tapir, rinocer, B)
Hyracoides (Hyrax, ?)
Sirenia (Lamantin, ?)
Proboscidae (Elefantul, A)

FIGURA 8.1. Distribuția filogenetică a mecanismelor de ovulație studiate la diferite specii de mamifere: ovulație indusă (A), ovulație spontană (B), ovulație facultativă indusă (C) și nedeterminată (?). (Adaptat după Kauffman și Rissman, 2006).

Machine Translated by Google

Sunt disponibile următoarele forme: 1) ovulații spontane, în care ovulația depinde de producerea de steroizi ovarieni cu apariția spontană a unei faze luteale; 2) ovulații spontane, în care ovulația depinde de producerea de steroizi ovarieni, dar copulația induce o fază luteală; și 3) ovulații induse, în care copulația este necesară pentru a induce ovulația cu apariția spontană a unei faze luteale. Există, de asemenea, specii cu ovulații spontane la care copulația modifică momentul ovulației (capra, vaca). Este probabil ca, în cadrul speciilor, mecanismul ovulației să fie modulat de factori de mediu sau sociali și ca speciile să reprezinte un continuum între extremele ovulațiilor strict induse și spontane (Tabelul 8.1). În cele din urmă, este important de subliniat faptul că, în timp ce la specii precum pisicile fenomenul este practic un reflex neuroendocrin, provenit din stimulul mecanic produs de spiculele penisului pisicii (fig. 8.2), în ejaculatul lamelor și alpacalor este prezentă o proteină, factorul de creștere nervoasă (P- NGF), care este principalul semnal chimic al ovulației (fig. 8.3).

FIGURA 8.2. Penis de pisică cu proeminențe care stimulează mecanoreceptorii din partea din spate a vaginului și a colului uterin. Imagine de Todorean-Gabriel/shutterstock.com.

TABELUL 8.1. Clasificarea unor specii în funcție de mecanismul ovulatoriu.

Tipul de ovulație	Femela speciei	Căi potențiale

Machine Translated by Google

Stimularea mecanoreceptori ai fundului vaginului și colului uterin	arpe	Ovulatoare
Stimularea mecanoreceptori ai fundului de ochi a vaginului și a colului uterin	Căprioară	Ovulatoare
Prezența P-NGF în ejaculat ca principal factor responsabil pentru ovulație	Apeluri	indus
Prezența P-NGF în ejacularea ca principal factor responsabil pentru ovulație	Alpaca	Ovulatoare
Modificări induse facultativ ale fotoperioadei sau intensității luminii	Plat	Ovulatoare
Schimbarea fotoperioadei sau a intensității luminii	Mouse	Ovulatorii spontani
Montarea cu ejaculat promovează ovulația cu efecte ale copulației	Vacă	Ovulatoare
Montarea cu ejaculare promovează ovulația	Scroafă	Ovulatoare

P-NGF: factor de creștere nervoasă.

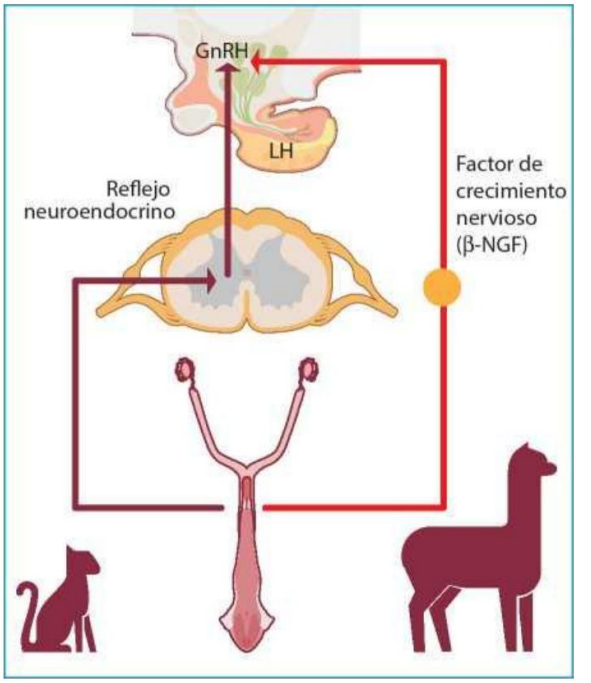


FIGURA 8.3. Componente neuronale și endocrine implicate în mecanismul ovulației induse. (Adaptat după Senger, 1999).

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

RECEPTIVITATE SEXUALĂ

La speciile cu ovulație indusă, termenul de receptivitate sexuală este mai precis decât cel de estrus. Durata receptivității sexuale variază semnificativ între specii. De exemplu, aceasta poate dura de la 6 zile la pisici până la 35 de zile sau 6 luni la lame și respectiv dihori (Tabelul 8.2). La aceste specii, estradiolul este singurul hormon care promovează receptivitatea sexuală, fără a fi nevoie de stimularea prealabilă cu progesteron necesară la unele specii care ovulează spontan. Cu toate acestea, la unele specii, cum ar fi scorpia moscată, comportamentul de receptivitate sexuală depinde de mascul: scorpia nu are în general cicluri ovariene, dar la primul contact cu un mascul,

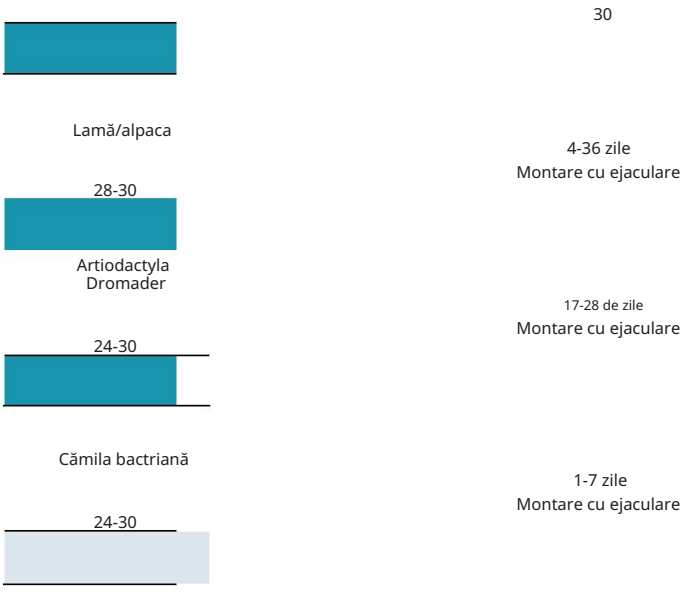
TABELUL 8.2. Durata receptivității sexuale și timpul până la ovulație după copulație la diferite specii cu ovulație indusă.

Comanda	Specii	Receptivitate sexuală (durată)	Stimul ovulator	Interval de montare/ovulație (h)
Insectivor	Musaraña	Receptivitate indusă de bărbați	Mai multe montaje însoțite de ejaculare	19
Rozătoare	Șoarece de copac	21 de zile (medie: 6)	Nedeterminat	Nedeterminat
Lagomorfă	Iepure	2-15 zile	Montare simplă cu ejaculare	11-12
Carnivor	Pisică	6 zile	Mai multe montaje însoțite de ejaculare	24-54
Dihor		17 săptămâni	Montare unică	

Femela manifestă agresivitate timp de aproximativ o oră, apoi devine receptivă față de mascul timp de câteva zile și acceptă copulația. Se pare că acest răspuns rapid de receptivitate nu este influențat de estradiolul ovarian, ci mai degrabă de testosteronul produs de glanda suprarenală care ajunge la sistemul nervos central și este aromatizat în estradiol pentru a promova receptivitatea.

Toate speciile cu ovulație indusă necesită creșterea bruscă a LH preovulatorie pentru a induce ovulația. Aceste profiluri de LH, atât ca durată, cât și ca magnitudine, variază în funcție de specie și uneori depind de numărul de împerecheri efectuate la femele (Fig. 8.4). La lame, creșterea bruscă a LH este influențată de perfuzia intrauterină de plasmă seminală sau γ- NGF purificat din ejaculatul masculilor (Fig. 8.5).

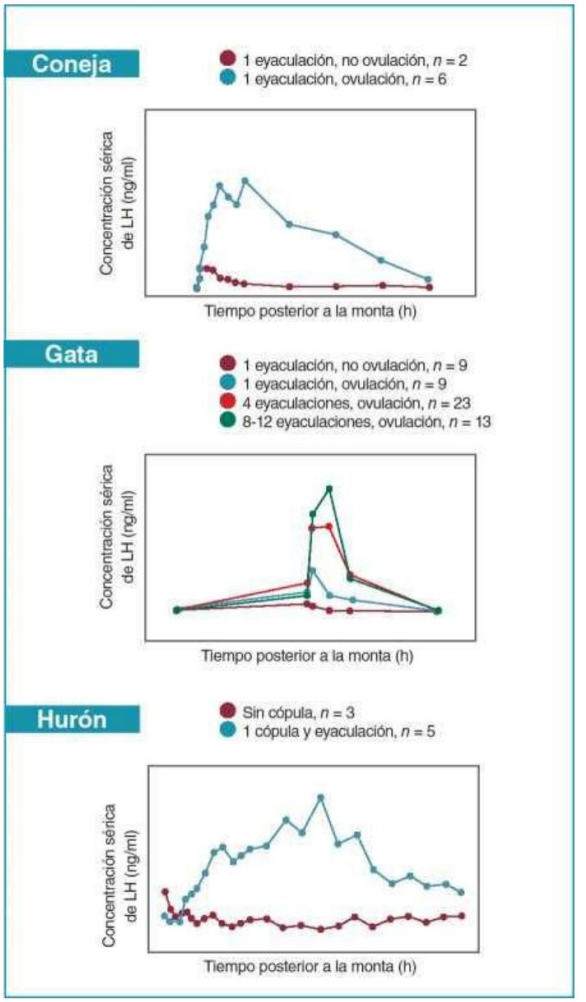
Machine Translated by Google



NEUROPEPTIDE ȘI NEUROTRANSMITORE LA OVULATOARELE INDUSE

Iepurii și dihorii sunt singurele specii cu ovulație indusă la care s-au efectuat studii asupra neurotransmițătorilor și neuropeptidelor pentru a evalua semnalele neuroendocrine care controlează eliberarea de GnRH. La iepuri, există o creștere bruscă a norepinefrinei după copulație, ceea ce pare a fi legat de secreția de GnRH. Neuronii care produc GnRH (grupurile A1, A2, A5 și A6) sunt localizați în trunchiul cerebral în diferite loci ale rahidianului, tractului solitar, tegmentului lateral al pontului și, respectiv, locus coeruleus. De asemenea, s-a raportat că neuropeptida Y și neurotransmițătorul acetilcolină modulează ovulația la iepuri. Cu toate acestea, se știe că efectul reglator al steroizilor ovarieni asupra secreției de GnRH este modulat prin neuronii secretori de kisspeptină din mezencefal, dar există un singur studiu la o specie cu ovulație indusă, scorpia moscată, care descrie localizarea acestor neuroni în zona preoptică și nucleul arcuat al hipotalamusului medial. Administrarea de kisspeptine la scorpia a indus ovulația, iar acest efect a fost blocat prin pretratare cu un antagonist GnRH, sugerând că kisspeptina este implicată în creșterea nivelului de GnRH care declanșează ovulația la această specie.

Machine Translated by Google


Coneja
1 eyaculación, no ovulación, n = 2
1 eyaculación, ovulación, n = 6
Concentración sérica de LH (ng/ml)
Tiempo posterior a la monta (h)
Gata
1 eyaculación, no ovulación, n = 9
1 eyaculación, ovulación, n = 9
4 eyaculaciones, ovulación, n = 23
8-12 eyaculaciones, ovulación, n = 13
Concentración sérica de LH (ng/ml)
Tiempo posterior a la monta (h)
Hurón
Sin cópula, n = 3
1 cópula y eyaculación, n = 5
Concentración sérica de LH (ng/ml)
Tiempo posterior a la monta (h)

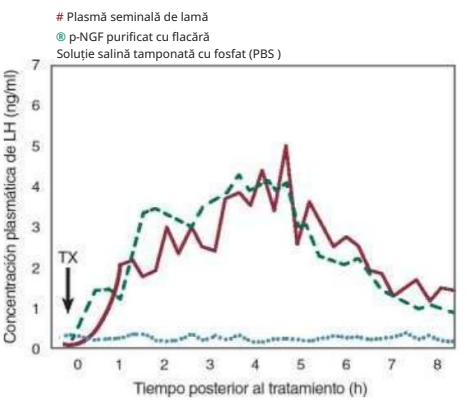

Plasmă seminală de lamă
® p-NGF purificat cu flacără
Soluție salină tamponată cu fosfat (PBS)
Concentración plasmática de LH (ng/ml)
TX
Tiempo posterior al tratamiento (h)

FIGURA 8.5. Concentrația hormonului luteinizant (LH) la lame după perfuzia intrauterină de plasmă seminală, factor de creștere nervoasă purificat (P-NGF) din ejaculat masculin sau soluție salină tamponată cu fosfat (PBS) ca și control negativ; TX: tratament.

REFERINȚE

1. Bakker J, Baum MJ. Reglarea neuroendocrină a eliberării de GnRH în cazul indusei ovulatori. Front Neuroendocr. 2000;21:220-262.
2. Conaway CH. Adaptare ecologică și reproducere la mamifere. Boi Reprod. 1971;4:239-241.
3. Heape W. Ovulația și degenerarea ovulelor la iepure. Proc Roy Soc B: Bol Știință. 1905;76:260-268.
4. Kauffman AS, Rissman EF. Controlul neuroendocrin al ovulației induse de împerechere. În: Neill JD (ed.). Fiziologia reproducerii de Knobil și Neill. A treia ediție. Academic Press; 2006. p. 2283-2326.
5. Senger P. Căi către sarcină și naștere. Concepții actuale; 1999.

Machine Translated by Google

FIGURA 8.4. Modificări ale concentrațiilor serice de hormon luteinizant (LH) la iepure, pisică și dihor după copulația cu ejaculare. La iepure și dihor, numărul de copulații nu modifică vârful LH, dar la pisică, durata acestuia este legată de numărul de copulații. (Adaptat după Bakker și Baum, 2000).

Machine Translated by Google

SECȚIUNE
3

Fiziologia reproducerii la bărbat

CAPITOLUL 9. Anatomia organelor genitale masculine

CAPITOLUL 10. Controlul hormonal al activității testicular

CAPITOLUL II. Spermatozoidul: de la spermatozoizie la material seminal

CAPITOLUL 12. Fiziologia spermei

CAPITOLUL 13. Termoreglarea testiculară

Machine Translated by Google

Anatomia organelor genitale masculine

William Perez

Aparatul genital masculin cuprinde bilateral testiculul, epididimul, canalul deferent, glandele genitale accesorii și formațiunile erectile atașate de partea extrapelvină a uretrei care formează penisul (Fig. 9.1).

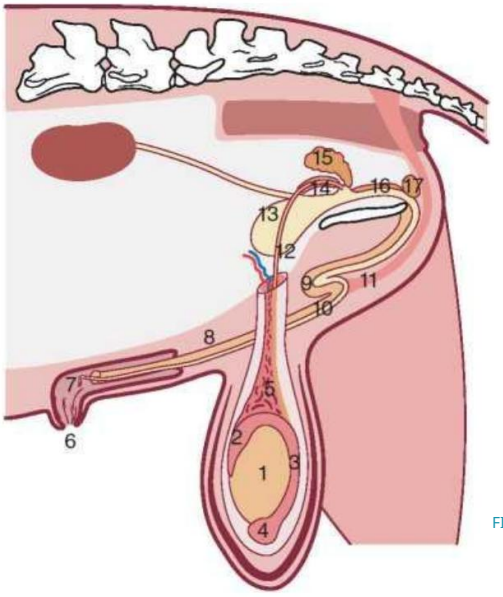
ACOPERIRILE TESTICULARE

Învelișurile testiculului protejează și susțin acest organ, epididimul, canalul deferent, vasele și nervii acestora. Scrotul este comun ambelor testicule și este situat la o distanță de inelul inghinal superficial care variază în funcție de specie (Fig. 9.2). Învelișurile profunde sunt specifice fiecărui testicul și se extind în jurul cordonului său spermatic până la inelul inghinal profund (Fig. 9.2 și 9.3).

Fiecare dintre aceste straturi poate fi considerat o continuare a straturilor care formează peretele abdominal (fig. 9.2).

TESTICUL ȘI CORDON SPERMATIC

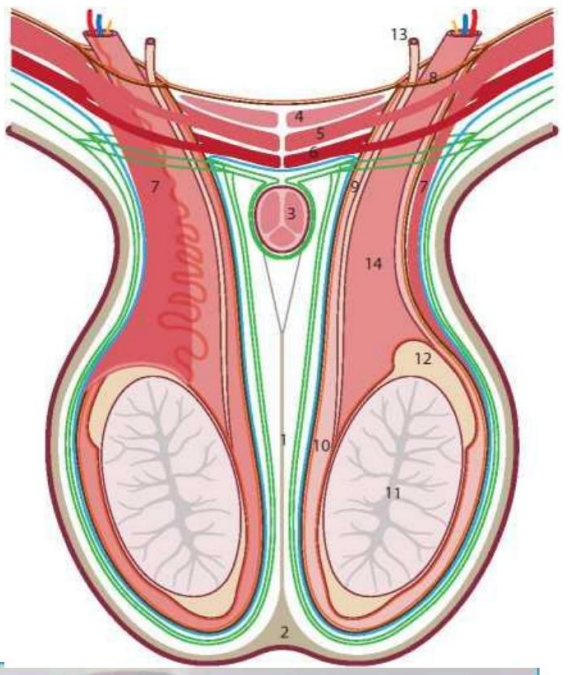
Testiculul este gonada masculină. Este un organ pereche, situat cu epididimul în partea inferioară a cavității vaginale, în scrot (Fig. 9.1, 9.2 și 9.3), cu o topografie variabilă în funcție de specie (Fig. 9.4). Greutatea sa variază considerabil în funcție de vârstă, stare fiziologică și specie. Testiculele sunt mai alungite la rumegătoare decât la porci și cabaline, dar mai globulare și aproape sferice la carnivore. Au două suprafețe (laterală și medială), două margini (marginea epididimală, unde se atașează epididimul, și o margine liberă), un capăt capitat și un capăt caudat care se unește cu coada epididimului prin ligamentul propriu al testicului.



1. Testicul
2. Capul epididimului
3. Corpul epididimului
4. Coada epididimului
5. Cordonul spermatic
6. Orificiul prepuțial
7. Procesul uretral
8. Corpul penisului
9. Curba proximală a flexurii sigmoide a penisului
10. Curba distală a flexurii sigmoide a penisului
11. Mușchiul retractor al penisului
12. Canalul deferent
13. Vezica urinară
14. Glanda ampulară
15. Glanda vezicii biliare
16. Prostată diseminată
17. Glanda bulbouretrală

FIGURA 9.1. Organele genitale ale berbecului.

Machine Translated by Google



1. Septul scrotal
2. Rafe scrotal
3. Partea fixă a penisului
4. Mușchiul rectus abdominis (tendonul prepubian)
5. Mușchiul oblic intern al abdomenului
6. Mușchiul oblic extern al abdomenului
7. Mușchiul cremaster
8. Inel vaginal
9. Canal vaginal
10. Cavitatea vaginală
11. Testicul
12. Epididim
13. Canal deferent
14. Cordonul spermatic (artera, vena și nervul testicular)

FIGURA 9.2. Schemă a învelișurilor superficiale ale testicului și cordonului spermatic al taurului. (Modificat după Barone, 2001).

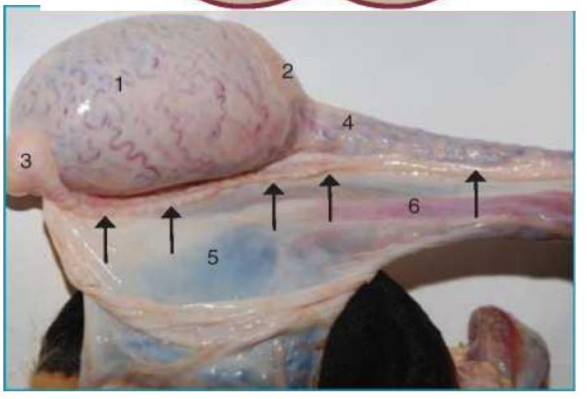
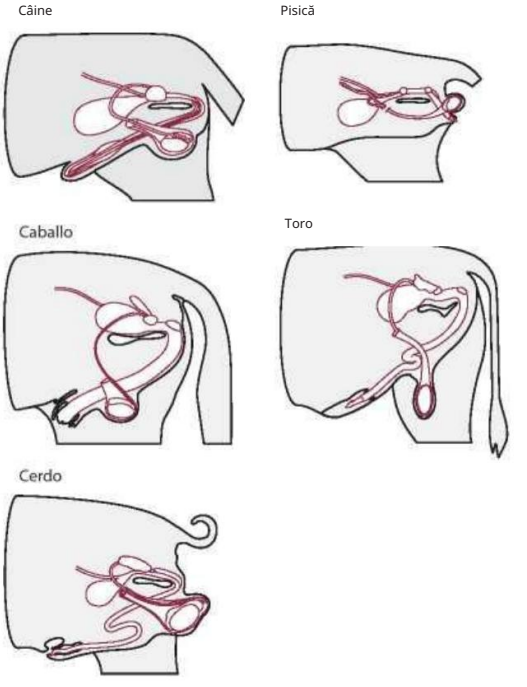


FIGURA 9.3. Organele genitale ale unui viței, cu testiculul, epididimul și cordonul spermatic expuse după o incizie largă a fasciei spermatice interne și deschiderea cavității vaginale. 1. Testicul. 2.
1. Capul epididimului. 2. Coada epididimului. 3. Conul vascular al cordonului spermatic. 4. Tunica vaginală parietală. 5. Mușchiul cremaster văzut prin tunica vaginală parietală și fascia spermatică internă. Săgețile indică canalul deferent.



Machine Translated by Google

FIGURA 9.4. Localizarea scrotului și a testiculelor la diferite specii domestice.

Machine Translated by Google

Cordonul SPERMATIC

Cordonul spermatic se întinde de la testicul și epididim până la inelul vaginal (Fig. 9.1, 9.2 și 9.3). Este alcătuit din două părți: conul vascular și canalul deferent, ambele acoperite de stratul visceral al tunicii vaginale (Fig. 9.3). Conul vascular este format de flexurile arterei testiculare și plexul pampiniform (vezi Capitolul 13). Vasele limfatice și nervii testiculului și epididimului sunt, de asemenea, conținuți în cordon.

CONDUCTE SPERMATICE

Epididim

Epididimul este un organ alungit, format dintr-un cap, un corp și o coadă (fig. 9.1 și 9.3). Capul este mărit și acoperă capătul capitat al testiculului, unde se continuă cu canalele eferente (fig.

9.3). Corpul este liber în raport cu testiculul, împotriva căruia se aplică doar. Coada este unită cu extremitatea caudată a testiculului prin ligamentul propriu al testiculului și cu fascia spermatică internă prin ligamentul cozii epididimului și se continuă ca și canal deferent (fig. 9.3).

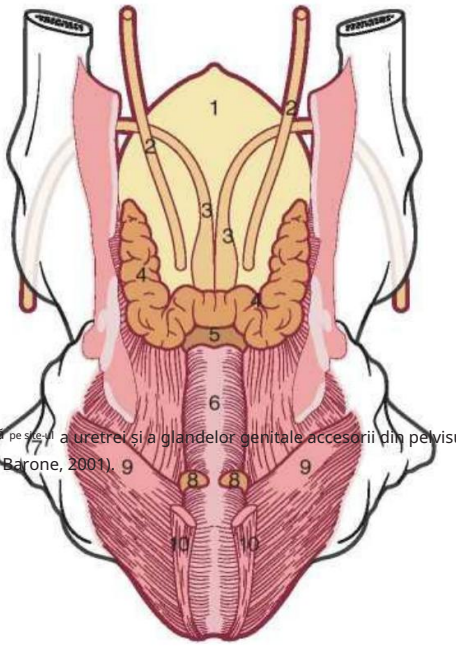
Canal deferent

Canalul deferent se extinde de la coada epididimului până la partea pelviană a uretrei (Fig. 9.1 și 9.3). După ce trece prin cordonul spermatic, canalul deferent se întinde dincolo de inelul vaginal, de-a lungul părții laterale a cavității pelvine și apoi de-a lungul suprafeței dorsale a vezicii urinare (Fig. 9.1). La majoritatea mamiferelor domestice (cu excepția pisicii și a porcului), ultima parte a canalului deferent este mărită și devine o structură glandulară, ampula canalului deferent (Fig. 9.1, 9.5, 9.6, 9.7).

GLANDE GENITALE ACCESORII

Glandele veziculare

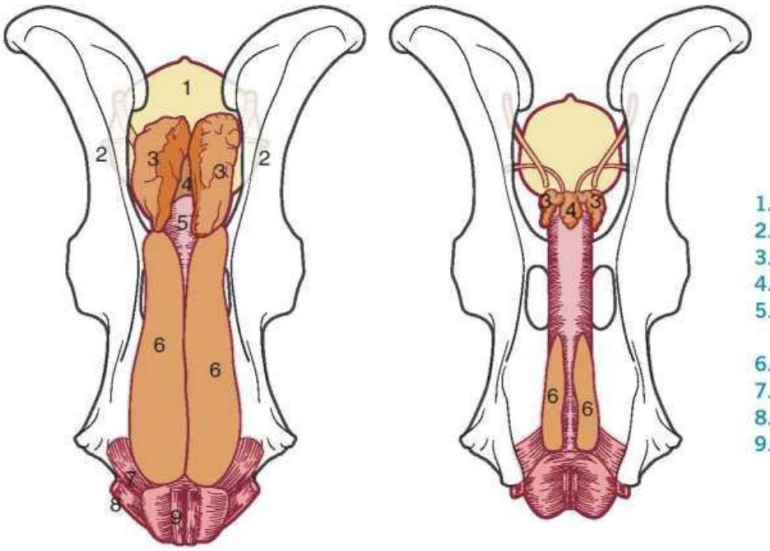
Atașată la terminația canalului deferent, vezicula seminală este situată între vezică și rect, acoperind suprafața dorsală a vezicii urinare (Fig. 9.1, 9.5-9.7). Canalul său se unește cu canalul deferent pentru a forma canalul ejaculator, care trece prin prostată înainte de a se deschide în uretră prin intermediul orificiului ejaculator; la porc, se deschide separat (Fig. 9.7).



1. Vezica urinară
2. Uretere
3. Canalul deferent
4. Glandele veziculare
5. Corpul prostatei
6. Mușchiul uretral care acoperă uretra pelviană
7. Tuberozitatea ischială
8. Glandele bulbouretrale
9. Mușchii ischiocavernoși
10. Mușchii retractori ai penisului

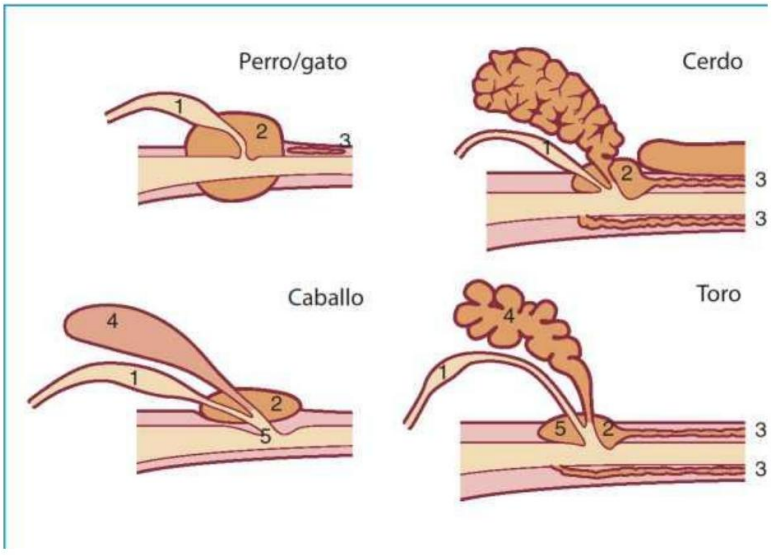
FIGURA 9.5. Vedere dorsală pe ste-ul a uretrei și a glandelor genitale accesorii din pelvisul unui taur, după îndepărtarea rectului și a plafonului cavității pelvin. (Modificat după Barone, 2001).

Machine Translated by Google



1. Vezica urinară
2. Glandele canalului deferent
3. Corpul vezicular al prostatei
4. Uretra pelviană acoperită de mușchiul uretral
5. Glandele bulbouretrale
6. Mușchiul ischiocavernos Pilierii penisului
7. Mușchii retractori ai penisului
8.
9.

FIGURA 9.6. Vedere dorsală pe site-ul a uretrei și a glandelor genitale accesorii din pelvisul unui porc întreg (stânga) și involuția lor la porcul castrat (dreapta), după îndepărtarea rectului și a plafonului cavității pelvine. (Modificat după Barone, 2001).



1. Canal deferent cu glanda ampulară
2. Corpul prostatei
3. Cancer de prostată diseminat
4. Glanda vezicii biliare
5. Orificiul ejaculator

FIGURA 9.7 Schema unei secțiuni longitudinale a părții craniene a uretrei pelvine, care prezintă prostata și glandele ampulare și veziculare. Observați cum canalul deferens și canalul glandei veziculare trec prin corpul prostatei pentru a se vărsa în uretra. (Modificat)

(din Barone, 2001).

Prostată

Prostata este un complex glandular format dintr-o parte conglomerată, cunoscută sub numele de corpul prostatei, și lobi împrăștiați de-a lungul uretrei, cunoscuți sub numele de partea difuză a prostatei (fig. 9.5-9.8). Corpul prostatei este absent la berbeci și capre, mult redus la tauri și porci, iar vo-

Prostata este luminoasă la cabaline și carnivore (fig. 9.5-9.7). Partea diseminată a prostatei constă doar din câțiva lobi împrăștiați la carnivore, dar este foarte dezvoltată la porci și rumegătoare (fig. 9.7-9.8). La porci, grosimea sa este aproape uniformă pe întregul canal, în timp ce

Machine Translated by Google

Stratul glandular este întrerupt pe partea ventrală la berbec, spre deosebire de țapul mascul.

Glandele bulbouretrale

Există o glandă bulbouretrală bilaterală, pe suprafața dorsală a părții pelvine a uretrei, în fața arcului ischial (fig. 9.1 și 9.8). Este absentă la câine, foarte mică la pisică și mică la rumegătoare.

BEN

Penisul, organul copulator masculin, are o rădăcină, un corp și un gland și este alcătuit din corpora cavernosa, corpul spongios al glandului și corpul spongios al penisului, toate structuri erectile atașate de partea extrapelvină a uretrei (fig. 9.1 și 9.9-9.14). La mamiferele domestice, își are originea pe oasele ischiale și se extinde dincolo de scrot, trecând printre mușchii dartos drept și stâng.

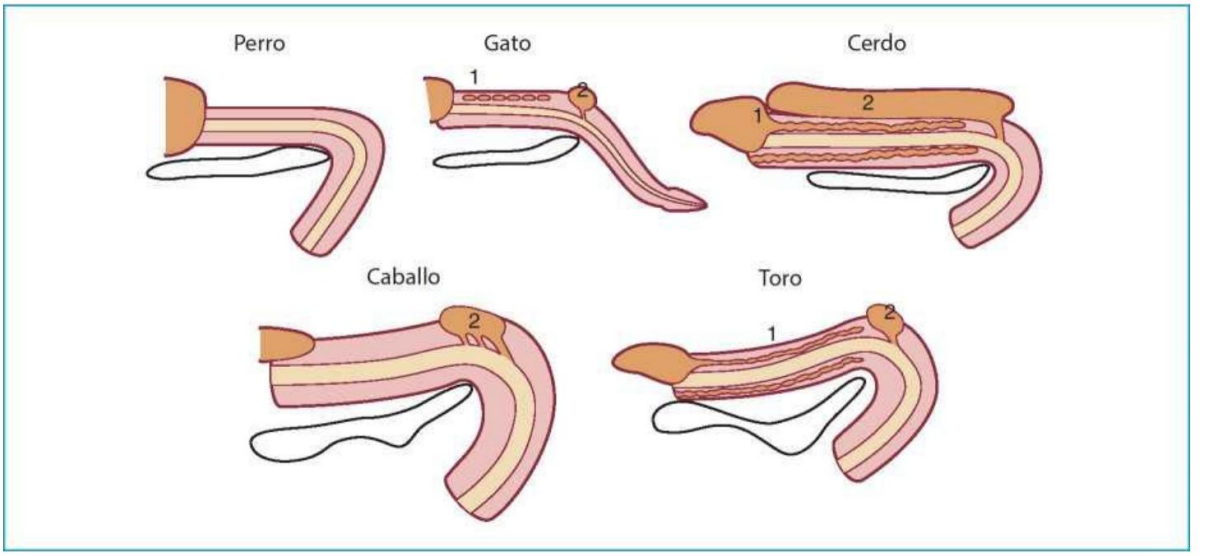


FIGURA 9.8. Schema unei secțiuni longitudinale a părții caudale a uretrei pelvine, care prezintă prostata diseminată (1) și glandele bulbouretrale (2). (Modificat după Barone, 2001).

FIGURA 9.9. Glandul penisului pisicii. (Imagine oferită de Horst Erich Konig).

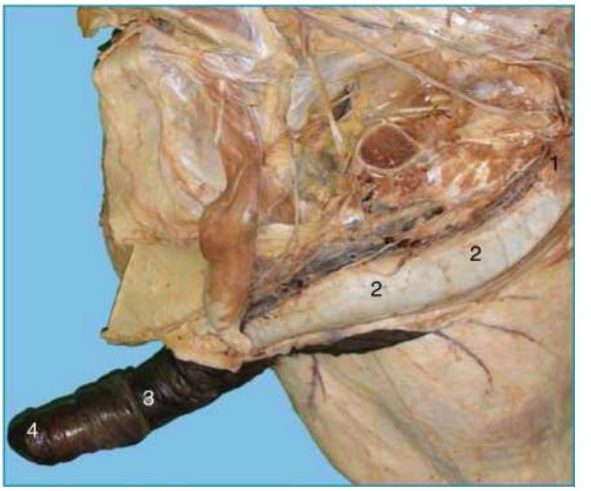


FIGURA 9.10. Penis de cal, disecat și extirpat din preput. 1. Mușchiul ischiocavernos. 2. Corpul penisului. 3. Inelul prepuțial. 4. Glandul penisului.

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Extremitatea fixă constituie rădăcina penisului, formată din două ramuri laterale, crura penisului, care reprezintă originea proximală a corpurilor cavernoase, între care se află bulbul penisului. Fiecare dintre crure este acoperită de mușchiul ischiocavernos corespunzător și ferm atașată de acesta pe jumătatea corespunzătoare a arcului ischial (Fig. 9.10). Bulbul penisului este acoperit de mușchiul bulbospongios.

Corpul penisului constituie majoritatea organului. Este o tulpină lungă, cilindrică, uneori ușor aplatizată dintr-o parte în alta (cabine) sau de formă diferită în funcție de animal (taur, porc sau mistreț). Considerat în ansamblu, penisul prezintă variații considerabile între specii: este scurt la pisici și iepuri, mai lung la alte specii și deosebit de gros la cabine, în timp ce este proporțional mai lung, dar mult mai subțire la rumegătoare și porci. La aceste animale, prezintă, printre...

Coapsele au o flexură sigmoidă care dispare în timpul erecției (fig. 9.1). Aceasta din urmă este situată mai caudal la porc decât la taur.

Partea liberă a penisului este definită ca porțiunea care, în stare de repaus, ocupă cavitatea prepuțială; formează o expansiune de volum și formă foarte variabile, numită gland, acoperită, ca întreaga parte liberă, de un tegument neted. Glandul este format de cealaltă structură erectilă, corpul spongios al glandului. Tunica sa albuginea este subțire și elastică, iar cavernele sale sunt mari, determinându-l să crească mai mult în dimensiune decât în rigiditate. Glandul este aproape absent la porc, unde penisul se termină într-o porțiune ușor spiralată (Fig. 9.12). La cai, glandul se extinde pe suprafața dorsală a corpurilor cavernoase pe aproximativ zece centimetri caudal față de glandul propriu-zis și formează procesul dorsal al glandului (Fig. 9.11).

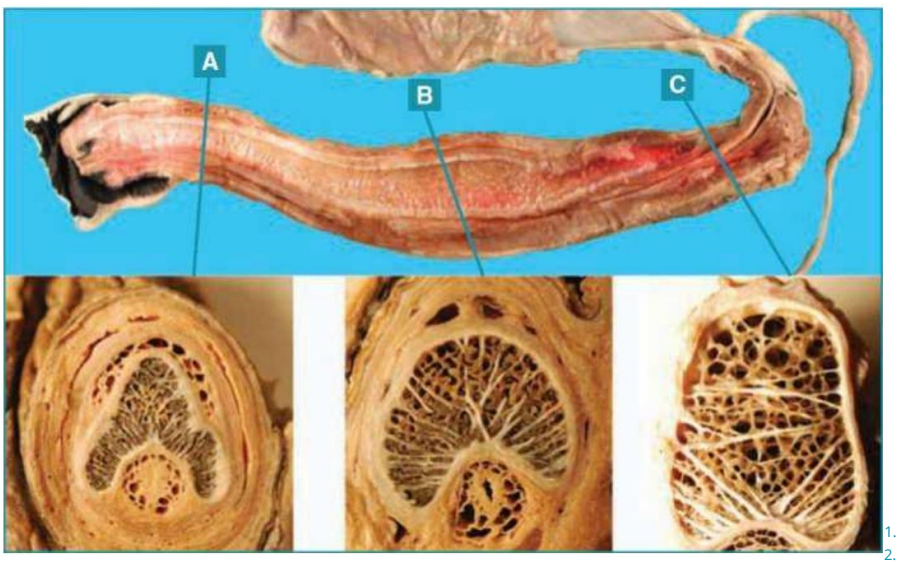
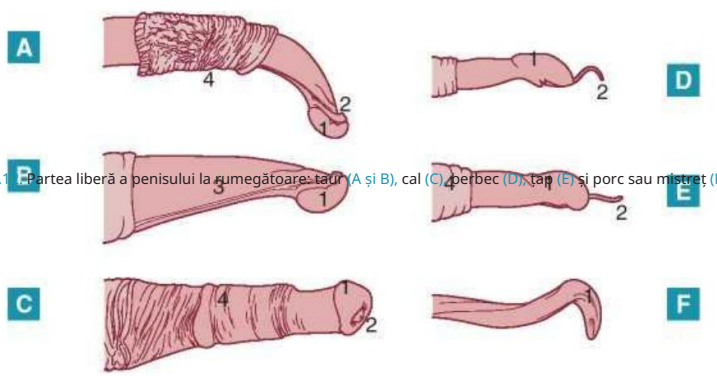


FIGURA 9.11. Secțiuni transversale al penisului de cal. A. Partea distală liberă: 1. Corpus spongiosum al procesului dorsal al glandului. 2. Corpus cavernos al penisului. 3. Corpus spongiosum al penisului. B. Partea din mijloc a corpului penisului: 1. 1. Corpus cavernos al penisului. 2. Uretra. 3. Corpul spongios al penisului. C. Partea caudală a corpului penisului: 1. 1. Corpus cavernos al penisului. 2. Uretra. 3. Corpul spongios al penisului.



1. Glandă
2. Procesul uretral
3. Rafeul penisului
4. Prepuțul

FIGURA 9.12. Partea liberă a penisului la rumegătoare: taur (A și B), cal (C), berbec (D), țap (E) și porc sau mistreț (F). (Modificat după Dyce, 2010).

Machine Translated by Google

La taur, aranjamentul spiralat al terminației se datorează tensiunii asupra unei dependențe a tunicii albuginee (Fig. 9.12), ligamentul apical al penisului, unde fibrele sunt aranjate asimetric. La rumegătoare, glandul este foarte asimetric și curbat spre stânga, iar orificiul uretral extern se deschide la vârful unui proces uretral. Acesta din urmă este scurt și nedetașat la taur, dar este liber și lung, de 3 până la 4 cm, la berbec și țap (Fig. 9.12 și 9.13). Un proces uretral este prezent și la cabaline, dar este lat și scurt, iar baza sa este inserată...

în fundul unei fose adânci a glandului (fig. 9.13). Glandul câinelui ocupă întreaga porțiune liberă, este foarte lung și cuprinde două părți, dintre care cea mai caudală, care se dilată enorm în timpul copulației, formează bulbul glandului, în timp ce restul constituie partea lungă a glandului. Pisica are un gland simplu, conic, acoperit cu papile keratinizate care regresează după castrare (fig. 9.9). Prepuțul este învelișul de piele care acoperă partea liberă a penisului în stare de repaus (fig. 9.1).

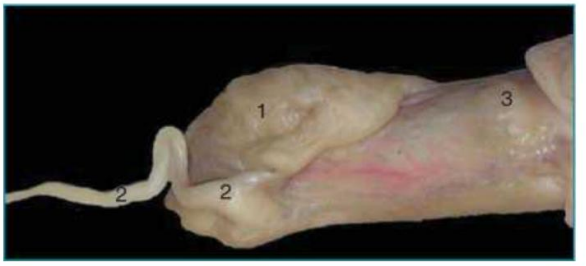


FIGURA 9.13. Vedere din stânga a părții libere a penisului berbecului.
1. Glandul penian. 2. Procesul uretral. 3. Tubercul spongios.

FIGURA 9.14. Vedere laterală stângă a părții libere a penisului masculului de capră. 1. Glandul penisului. 2. Procesul uretral. 3. Lamina internă a preputului reflectată caudal.

REFERINȚE

1. Barone R. Anatomia comparată a mamiferelor domestice. Splanchnologie II. Sistemul urogenital, fătul și anexele sale, peritoneul și topografia abdominală. 3.a

Machine Translated by Google

ed. Paris: Vigot; 2001.
2. Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. Manual de anatomie veterinară. Ediția a 4-a. Saint Louis (Missouri): Elsevier Saunders; 2010.

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 10

Controlul hormonal al activității testiculare

Alejandro Bielli

MORFOFIZIOLOGIA TESTICULARĂ

Testiculul este gonada masculină. Este o glandă mixtă, cu secreție atât exocrină (lichidul testicular, care conține spermatozoizi), cât și endocrină (hormoni testiculari). Parenchimul său este organizat în tubuli seminiferi și interstițiul testicular. Localizarea și principalele funcții ale diferitelor tipuri de celule sunt prezentate în Tabelul 10.1. Tubulii seminiferi sunt delimitați de un țesut limitant (o lamină bazală groasă care conține celule mioide și contractile și celule asemănătoare fibroblastelor în testiculele ungulatelor). Țesutul limitant este înconjurat de un epiteliu seminifer gros. Este un epiteliu stratificat complex care conține celule din două linii diferite: celule sustentaculare (Sertoli), care sunt

TABELUL 10.1. Tipuri de celule, localizarea în testicul și principalele funcții.

Tipul de telefon mobil	Loca ie	Funcții principale
Celula Sertoli	Epiteliul seminifer	• Coordonează spermatogeneza și eliberarea spermatozoizilor în lumenul tubului seminifer. • Menține componenta principală a barierei hemato-testiculare. • Delimitează, prin extensiile sale laterale aplatizate, compartimentul bazal al epiteliului seminifer (aproape de țesutul limitant) și compartimentul adluminal al epiteliului menționat (care înconjoară lumenul tubului seminifer). • Fagocitează celulele germinale deteriorate. • Secretă inhibină, care inhibă secreția de FSH. • La unele specii secretă estrogeni.
Celulă interstițială Leydig	Interstițiul testicular	• Secretă androgeni (principala sa secreție), precum și estrogeni și oxitocină. • Stimulează spermatogeneza prin intermediul androgenilor.
Celulă mioidă	Țesutul limitant al tubulilor seminiferi	• Când se contractă, stimulează mișcarea spermatozoizilor testiculari spre • Stimulează plasă de testare. activitatea celulelor Sertoli. • Stimulează proliferarea spermatogoniilor și menținerea unei populații de spermatogoni care acționează ca celule stem.

Celulele diploide mari, ramificate, se extind din țesutul limitant în lumenul tubului; și celulele germinale mult mai mici și mai abundente, care includ spermatogonii, spermatocite primare și secundare, spermatide și spermatozoizi (Tabelul 10.2). Epiteliul seminifer este subdivizat în două compartimente printr-o serie de complexe de joncțiune strânsă care se formează între procesele cele mai bazale ale celulelor Sertoli. Interstițiul testicular conține țesut conjunctiv lax, bogat în capilare sanguine și limfatice, împreună cu celule interstițiale Leydig și macrofage testiculare. Principalele mecanisme endocrine care reglează activitatea testiculară, care sunt explicate mai jos, sunt rezumate în Figura 10.2.

Machine Translated by Google

Macrofagele testiculare
Interstițiul testicular

Acestea modulează secreția de androgeni din celulele Leydig și ajută la menținerea acestei secreții la niveluri normale.

Machine Translated by Google

TABELUL 10.2. Celulele germinale și principalele lor caracteristici.

Tipul de celule germinale Loca ie Caracteristici principale
Spermatogonia Compartimentul bazal al epiteliului seminifer Aceasta include o populație de celule stem, care proliferează prin mitoză pe tot parcursul vieții reproductive a animalului, și spermatogonii care apar din acestea pentru a da naștere, după un număr variabil de generații, spermatocitelor.
Spermatocite În mare parte în compartimentul adluminal al epiteliului seminifer • Acestea provin din ultima generație de spermatogonii, încă în compartimentul bazal al epiteliului seminifer. • Se deplasează rapid în compartimentul adluminal și încep diviziunea meiotică. • Meioza include două diviziuni succesive (meioza I și meioza II, de aceea sunt cunoscute sub numele de spermatocite I și spermatocite II). • Profaza meiozei I este foarte lungă; este subdivizată în etapele de leptotenă, zigotenă, pahitenă, diplotenă și diakineză. • În timpul acestei profaze are loc încrucișarea cromozomială. • Restul meiozei I, precum și meioza II, sunt scurte. • Pentru fiecare spermatocit preleptoten care inițiază meioza, cu un complement cromozomial 4n, Teoretic, iau originea patru spermatide haploide.
Spermatide Compartimentul adluminal al epiteliului seminifer • Spermatidele provin din spermatocite; sunt celule haploide. • Nu se pot multiplica și diferența în spermatozoizi testiculari. • La început sunt rotunde (spermatide rotunde), apoi încep să se alungească (spermatide care se alungesc) și în final sunt cunoscute sub numele de spermatide lungi. • În timpul acestui proces de diferențiere, cromatina sa nucleară se condensează și se dezvoltă flagelul și acrozomul.
Spermatozoid Compartimentul adluminal al epiteliului seminifer, atașat tranzitoriu la capătul apical al citoplasmei celulei Sertoli • Este gametul masculin. • Celulă haploidă, care nu s-a maturizat încă (o va face în epididim).

AXUL HIPOTALAMO-HIPIZAR-TESTICULAR

Hipotalamus-hipofizar

Reglarea activității testiculare este realizată în principal de sistemul hipotalamo-hipofizar. Neuronii parvocelulari hipotalamici eliberează un decapeptid, hormonul de eliberare a gonadotropinei (GnRH), în vasele sistemului portal hipotalamo-hipofizar, care îl transportă la celulele gonadotrope ale glandei pituitare anterioare.

Ești departe.

GnRH stimulează în aceste celule secreția a doi hormoni glicoproteici care acționează ca gonadotropine (hormoni care stimulează activitatea gonadică): hormonul luteinizant (LH) și hormonul foliculostimulant (FSH).

GnRH este secretat în impulsuri și are un timp de înjumătățire foarte scurt (minute), așadar prezența sa în

Sângele din sistemul portal hipotalamo-hipofizar prezintă impulsuri de concentrație marcate. Fiecare impuls, la atingerea celulelor gonadotrofe ale hipofizei anterioare, declanșează eliberarea ambelor gonadotropine, astfel încât fiecare impuls de GnRH este însoțit de un impuls corespunzător al fiecărei gonadotropine. LH, pe de altă parte, are un timp de înjumătățire scurt, astfel încât fiecare impuls de GnRH corespunde unui impuls de LH în circulația sistemică, care ajunge la testicule. În schimb, FSH are un timp de înjumătățire de câteva ore, astfel încât majoritatea moleculelor din impulsurile anterioare rămân în plasmă atunci când este secretat următorul impuls. Acest lucru are ca rezultat faptul că concentrația plasmatică de FSH nu variază în impulsuri, ci rămâne relativ constantă, cu fluctuații minime.

Machine Translated by Google

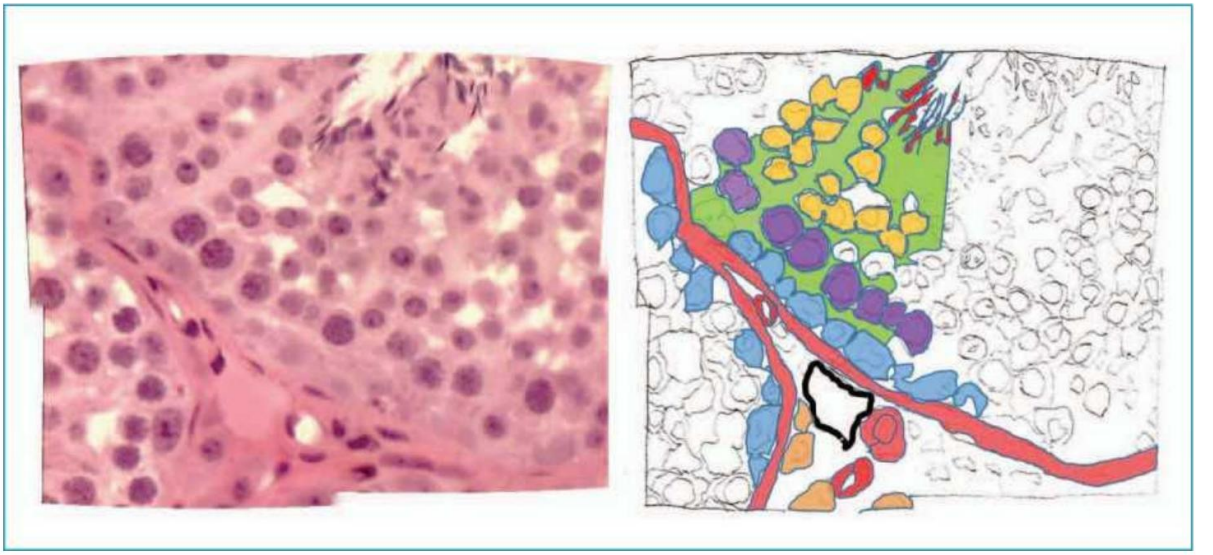
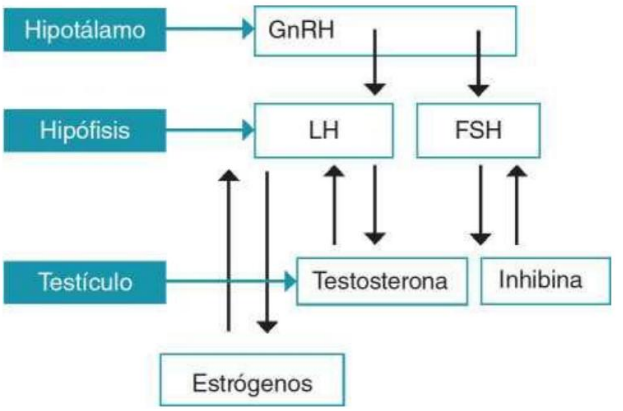


FIGURA 10.1. Organizarea parenchimului testicular. Observați în imagine (stânga) și în diagramă (dreapta) lumenul tubului seminifer (centru sus), țesutul limitant (benzi roșii), citoplasma celulelor Sertoli (verde deschis), spermatogoniile (albastru), spermatocitele (violet), spermatidele rotunde (galben) și spermatozoizii (roșu). În interstițiu se observă celule interstițiale Leydig (portocaliu), două capilare și o arteriolă (roșu) și un vas limfatic (linie neagră).



Prolactina:
„Secreția de testosteron

Oxitocină:
„Secreția de testosteron
Contracția celulelor mioide

Hormonul de creștere:
„Secreția de testosteron
Spermatogeneză
Motilitatea spermatozoizilor

Hormon tiroidian:
Pubertate
Proliferarea celulelor L
bârță hematotesticulară

FIGURA 10.2. Diagrama reglării hormonale a activității testiculare. GnRH: hormon de eliberare a gonadotropinei; LH: hormon luteinizant; FSH: hormon foliculostimulant.

Machine Translated by Google

Androgeni

LH stimulează sinteza androgenilor și estrogenilor de către gonade. Secretia sa este pulsatilă, iar efectul său depinde mai mult de frecvența impulsurilor decât de amplitudinea acestora. În testicule, stimulează activitatea celulelor interstițiale Leydig, în timp ce FSH stimulează activitatea celulelor Sertoli, care necesită niveluri ridicate de FSH și testosteron pentru a funcționa normal.

Prin stimularea activității celulelor Sertoli, FSH crește eficiența spermatogenezei, ceea ce înseamnă că o proporție mai mare de celule germinale finalizează procesul. Prin urmare, cu cât concentrația de FSH este mai mare, cu atât producția zilnică de spermatozoizi este mai mare.

Celulele interstițiale Leydig secretă în principal testosteron și alți androgeni.

Androgenii testiculari sunt responsabili de dezvoltarea organelor reproducătoare masculine și de apariția caracteristicilor sexuale secundare, legate de masculinizarea generală a corpului. Efectele androgenilor au fost clasificate în mod tradițional ca androgenice și anabolice. Efectele androgenice includ dezvoltarea și maturarea organelor reproducătoare, în special a penisului și a scrotului. Efectele anabolice sunt legate de masa musculară și scheletică mai mare prezentă la mamiferele masculi.

Tabelul 10.3 prezintă efectele androgenice ale în funcție de stadiul de dezvoltare al individului.

TABELUL 10.3. Principalele efecte androgenice în timpul dezvoltării.

Etapă	Efecte
Prenatal	Virilizarea genitală: dezvoltarea tractului genital masculin, a organelor genitale externe și a glandelor anexe.
Postnatal	Niveluri scăzute cu o creștere tranzitorie, posibil legate de masculinizarea creierului.
Prepuberal	Concentrația plasmatică începe să crească, ceea ce determină: • Începutul producției de gameți masculini, astfel încât individul începe să fie fertil. • Stimularea activității genelor în celulele Sertoli. • Diferențierea spermatogoniilor din gonocite. • Creșterea secreției sebacee și transpirației, cu apariția unor mirosuri corporale similare cu cele ale adulților. • Creștere și maturare osoasă accelerată și, ulterior, odată ce a început pubertatea, o creștere a masei musculare. • Schimbarea blănii și a colorației acesteia, odată cu dobândirea caracteristicilor masculine adulte în timpul pubertății. • Scăderea proporției de țesut adipos subcutanat și creșterea masei musculare.

Androgenii și bariera hemato-testiculară Unul dintre cele mai importante efecte ale creșterii pubertale a concentrațiilor de androgeni testiculari este stimularea formării barierei hemato-testiculare. Această barieră izolează imunologic compartimentul adluminal de tubulul seminifer și are trei componente principale (Tabelul 10.4).

În celulele Sertoli, complexele joncționale ale acestei bariere conțin joncțiuni strânse, aderente și gap. În acest fel,

(decalaj jonc iune).

Micromediul din compartimentul adluminal al epiteliului seminifer este izolat imunologic de sânge și limfă, în timp ce compartimentul său bazal are un grad semnificativ mai scăzut de protecție imunologică.

Această barieră permite spermatidelor și spermatozoizilor să se diferențieze fără a fi atacați de propriul sistem imunitar al animalului. Apariția barierei hemato-testiculare necesită un vârf al hormonului tiroidian (vârf prepubertal) și, ulterior, o creștere susținută a...

Machine Translated by Google

concentrațiile de androgeni.

Estrogenii la bărbați: o addendum la circuitul LH-testosteron

Androgenii au fost considerați în mod tradițional hormoni masculini, iar estrogenii hormoni feminini, având în vedere că până și estrogenii feminizează fenotipul, iar expunerea la doze mici de estrogeni exogeni în primele etape ale vieții modifică dezvoltarea sistemului reproducător masculin. Cu toate acestea, în ultimii ani s-a descoperit că estrogenii sunt esențiali pentru spermatogeneza normală, pe lângă faptul că exercită un feedback negativ asupra secreției de LH din hipofiză.

Hormoni modulatori

Mai mulți hormoni reglează (modulează) activitatea testiculară. Prolactina potențează acțiunea LH asupra celulelor Leydig prin creșterea numărului de receptori LH din aceste celule și, prin urmare, a sensibilității și răspunsului lor în producția de androgeni. Prolactina este deosebit de importantă pentru pregătirea celulelor Leydig în timpul revenirii la activitatea reproductivă la animalele care se reproduc sezonier (Fig. 10.3). Oxitocina, pe de altă parte, este un hormon legat de contracția musculară.

mușchiul neted al tractului genital masculin și ejacularea, deși are și activitate paracrină la nivel testicular, cu două funcții principale: 1) stimularea contracției celulelor mioide pentru a facilita mișcarea spermatozoizilor testiculari și 2) modularea steroidogenezei celulelor din
Leydig,

Machine Translated by Google

stimularea producției de testosteron și a transformării acestuia în 5a-dihidrotestosteron (DHT).

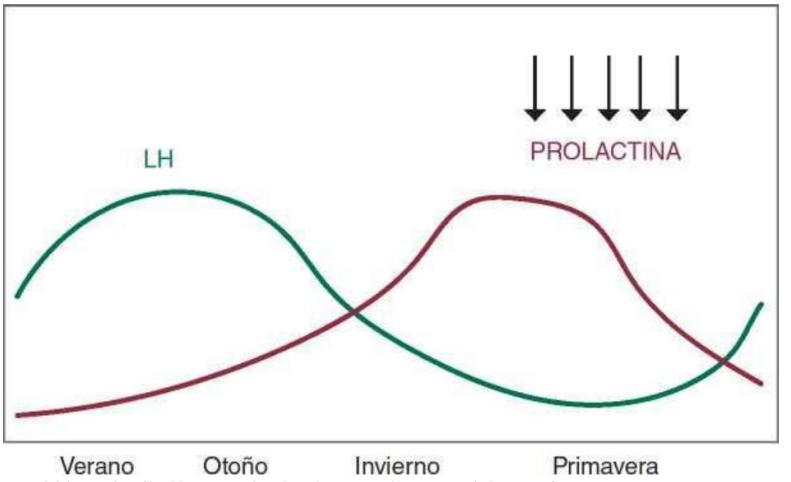
Hormonul de creștere (GH) modulează (stimulează) pozitiv androgeneza în celulele Leydig și diferențierea spermatogoniilor în spermatocite, a spermatocitelor în spermatide și a spermatidelor în spermatozoizi.

De asemenea, este necesar pentru motilitatea normală a spermatozoizilor.

În cele din urmă, celulele Sertoli, celulele germinale și celulele interstițiale Leydig au receptori pentru Hormonii tiroidieni sunt capabili să transforme tiroxina (T4) în hormonul activ triiodotironină (T3). Hormonii tiroidieni sunt necesari pentru diferențierea celulelor Sertoli în timpul pubertății, pentru proliferarea mitotică a spermatogoniilor și a celulelor Sertoli imature, pentru dezvoltarea joncțiunilor gap dintre celulele Sertoli și celulele germinale (joncțiuni care permit celulei Sertoli să regleze diferențierea celulelor germinale în spermatozoizi), precum și pentru stabilirea barierei hemato-testiculare.

TABELUL 10.4. Componentele barierei hemato-testiculare și principalele lor efecte.

Componente	Efecte
Interstițiul testicular	Micromediul antiinflamator determinat de populațiile de macrofage testiculare și limfocite T inhibitoare, care împreună tind să inhibe reacțiile inflamatorii testiculare (orhită).
Lamina bazală groasă în țesutul limitant al tubului seminifer	Împreună cu celulele mioide și fibroblaste, contribuie la izolarea imunologică a epiteliului seminifer.
În epiteliul seminifer, extensiile laterale ale celulelor Sertoli, care sunt aplatizate, sunt strâns unite la marginile lor.	Barieră morfofuncțională care împiedică trecerea oricărei macromolecule în compartimentul adluminal, cu excepția citoplasmei celulelor Sertoli.



Machine Translated by Google

FIGURA 10.3. Principalele modificări sezoniere ale secreției de hormon luteinizant (LH) și prolactină pe parcursul anului la berbec. Săgețile negre indică perioada (primăvara) în care sensibilitatea celulelor Leydig la LH crește.

Machine Translated by Google

Spermatozoidul, de la spermatizare până la fertilizare

Jorge Gil-Laureiro

Următoarele descriu „călătoria” spermatozoizilor din momentul în care se desprind de peretele tubului seminifer (spermiație) până când unul dintre ei încetează să mai fie o celulă haploidă și devine un pronucleu.

zigoto.

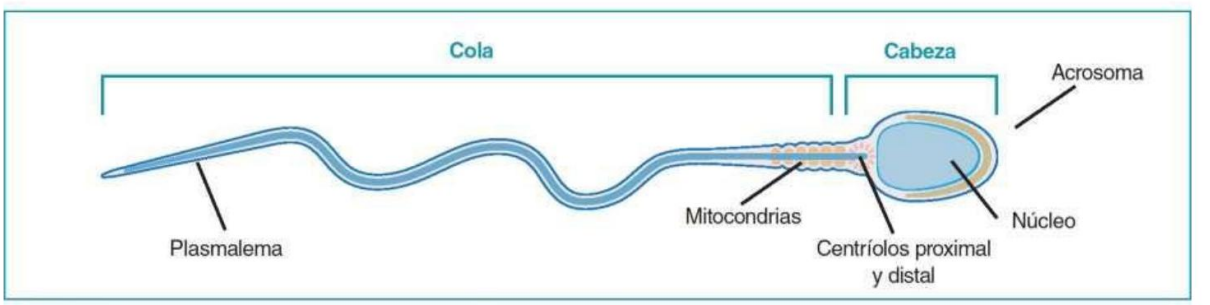


FIGURA 11.1. Estructura básica del espermatozoide maduro.

Spermatozoidul este compus din două structuri de bază, capul spermatozoidului și coada sau flagelul, toate închise în plasmalemă (Fig. 11.1).

EVENIMENTE ULTERIOARE
Spermiație

Când gametul masculin este eliberat din tubul seminifer în lumen, acesta nu este încă capabil de fertilizare. El dobândește potențial fertilizant în tractul reproducător masculin (maturare) și în tractul reproducător feminin (capacitare) în timpul tranzitului și depozitării sale (Tabelul 11.1).

Maturarea are loc în epididim și canalul deferent. Capacitarea începe odată cu ejacularea și continuă în tractul reproducător feminin. Se consideră că maturarea conferă potențialul pentru fertilizare, iar capacitarea, potențialul pentru fertilizare.

TRANZITUL SPERMATOZOIZILOR

După spermă, gameții trec în epididim și ajung la capul epididimului prin vasele eferente prin mecanisme pasive (lichidul testicular) și mecanisme active (cilii epiteliului și contracția mușchiului neted din vasele eferente). Epididimul este un tub contorsionat cu trei segmente,

inițial, mijlociu și terminal, care nu corespund regiunilor macroscopice (cap, corp și coadă), ci

TABELUL 11.1. Modificări ale spermatozoizilor în timpul transportului și depozitării.

Modificări
Fiziologie moleculară
Potențial de motilitate progresivă
Creșterea fluxului de ioni de AMP ciclic (cAMP), în special de calciu (Ca2+, regulator al interacțiunilor dineină-tubulină și al pH-ului)
Condensarea cromatinei nucleului
Creșterea punților disulfidice
Stabilizarea acrozomului
Reducerea dimensiunii

Machine Translated by Google

Stabilizarea proteinelor structurale
Legături duble

Modificări ale membranei plasmatice
Permeabilitatea la ioni și substraturi energetice, relocarea sau modificările componentelor de suprafață

Potențial negativ al membranei la exterior
Incorporarea reziduurilor de acid sialic

Migrarea picăturilor
citoplasmatice (de la proximal la distal) prin resturi citosolice și dispariția acestora.

Machine Translated by Google

ultrastructurii și fiziologiei epididimului. Tranzitul în capul și corpul epididimului are loc la o rată constantă, independentă de stimularea sexuală, dar timpul petrecut în coada epididimului scade odată cu stimularea sexuală și ejacularea frecventă (Tabelul 11.2).

TABELUL 11.2. Timp de transport epididimar (zile).

Specii	Cap	Corp	Cola
Toro	2	2	10-20
OAIE	1	3	8-15
Porc	3	2	4-15

MATURAREA ȘI DEPOZITAREA SPERMA

Cele mai semnificative modificări în timpul maturării au loc în canalele eferente și în segmentele inițiale și mijlocii ale epididimului. Segmentul terminal (coada) servește drept organ de stocare și, prin absorbție și secreție de către epiteliu, modifică mediul spermatozoizilor și crește concentrația acestora. Spermatozoizii defecți sunt eliminați prin lichefiere și fagocitoză.

Spermatozoizii nu se dezvoltă în epididim din mai multe motive: lipsa substratului energetic, tensiunea scăzută de oxigen și prezența unei proteine secretate de epiteliul care căptușește epididimul, cunoscută sub numele de imobilină. Odată ce etapa de maturare în epididim este completă, spermatozoizii sunt gata să-și continue călătoria către canalul deferent și ampula canalului deferent.

PLASMĂ EJACULATĂ ȘI SEMINALAĂ

În timpul ejaculării, un număr mare de spermatozoizi sunt eliberați în uretra. Canalul deferent servește atât ca conduct, cât și ca rezervor, găzduind aproximativ 2% din spermatozoizii prezenți în ejaculat (Amann, 1981), în principal în ampula canalului deferent, unde compușii din plasma seminală sunt secretați în timpul ejaculării. Fructoza furnizată de ampulă este cel mai abundent substrat energetic exogen la majoritatea animalelor de fermă.

Glandele anexe (vezica biliară, prostata și glandele bulbouretrale) (reîncercări) își eliberează secreția în uretră, furnizând

TABELUL 11.3. Componentele principale ale plasmei seminale.

Natură chimică	Compus
Carbohidrați	Fructoză, inozitol, sorbitol, manitol, eritritol, glicerol și galactoză.
Substanțe reducătoare	Acid ascorbic.
Acizi organici	Acizi propionici, acetici, formici, lactici, succinici, glicolici.
Componente azotate	Acid glutamic, serină, alanină.
Enzime	Fosfolipaze, fosfataze, glicozidaze etc.
Ioni	Acid ascorbic.
Hormoni	Prostaglandinele E și F, androgeni, estrogeni, LH, GH, relaxină.

LH: hormon luteinizant; GH: hormon de creștere.

Machine Translated by Google

În capul ididimului, fluidele sunt reabsorbite și secretate; gametul are o picătură citoplasmatică proximală și nu se poate fertiliza.

În organism, nucleul se compactează, acesta poate exprima motilitate și adera la ovocite; picătura citoplasmatică se deplasează distal.

În coada proximală își termină maturarea, iar în cea distală pot fi ejaculate și pot manifesta motilitate și pot fecunda.

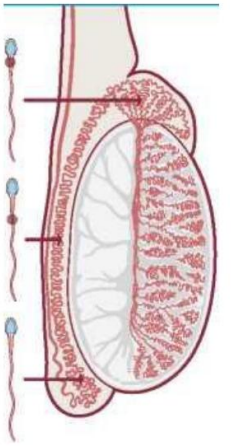


FIGURA 11.2. Tranzitul și modificările spermatozoizilor în epididim.

Machine Translated by Google

un vehicul lichid izoosmolar pentru transport în timpul ejaculării. Diferitele produse ale plasmei seminale (Tabelul 11.3) nu se limitează la o singură origine sau glandă și prezintă o mare variație între specii și între indivizi din cadrul aceleiași specii, precum și variații sezoniere, care sunt mai evidente la speciile cu reproducere sezonieră (Pérez-Pe 2001).

i al,

Rolul exact al fiecăreia dintre aceste substanțe nu a fost încă pe deplin elucidat, deși s-a demonstrat că spermatozoizii achiziționează cantități mari din aceste elemente, cum ar fi proteine, colagen, cAMP și ioni de calciu și zinc (Harrison, 1992). Plasma seminală posedă proprietăți decapacitante și poate inversa procesul de capacitare.

Heterogenitatea gameților din ejaculat sugerează că aceștia sunt amestecați în diferite stadii de maturare sau cu durate variabile de rezidență în tractul reproducător masculin. Acest lucru permite stabilirea unui rezervor în tractul reproducător feminin cu spermatozoizi care vor fi pregătiți pentru fertilizare într-un interval de timp mai lung, crescând astfel șansele de fertilizare.

Situația se schimbă în cazul spermei congelate-decongelate, deoarece aceasta prezintă o populație cu o eterogenitate și o calitate mai reduse, pe lângă o longevitate mai mică (fig. 11.3).

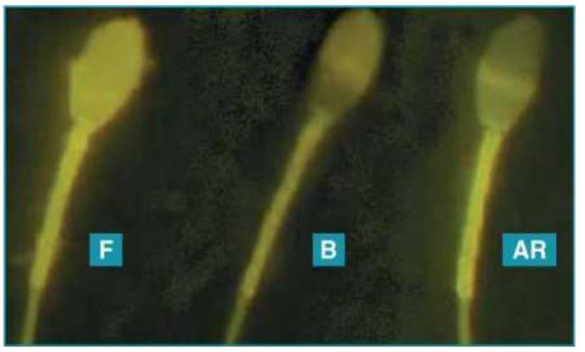


FIGURA 11.3. Localizarea calciului ionic în spațiul lipofil al membranei plasmatice în funcție de starea de capacitare a spermatozoizilor (colorare fluorescentă cu clortetraciclină). Modelul F corespunde spermatozoizilor necapacitați, modelul B (plin) (bandă)către antrenat și AR cu un reacției acrozomale.

SPERMA ÎN TRACT FEMEIE

Transport

Locul de depunere a ejaculatului depinde de specie. La rumegătoare, depunerea se face profund vaginal, în jurul colului uterin și intrauterin la porcine și cai. Principalul mecanism de transport al spermatozoizilor este contracția musculară a tractului reproducător feminin, care determină ascensiunea spermatozoizilor la un nivel foarte ridicat.

Activitatea musculară a tractului reproducător feminin este indusă de stimularea sexuală în timpul montării și de componente ale plasmei seminale, cum ar fi prostaglandinele din seria E și F. La ovine, motilitatea spermatozoizilor și integritatea mitocondriilor joacă un rol important în ascensiunea prin colul uterin (Windsor, 1997).

În cazul depunerii vaginale, prima barieră este cervixul, pe lângă joncțiunea uterotubară, care este cea mai importantă dacă depunerea este intrauterină (Yanagimachi, 1994). După depunerea intrauterină, majoritatea spermatozoizilor sunt eliberați în vagin. La două ore după inseminare (în corpul uterin la juninci), cei mai mulți spermatozoizi se găsesc în vagin, urmați ca cantitate de cei găsiți în uter, cervix, joncțiunea uterotubară, istm și ampulă.

Acest lucru duce la formarea de rezervoare de spermă în locuri specifice, din care spermatozoizii sunt eliberați pentru a produce o cantitate susținută de gameți, crescând șansele de întâlnire cu gameții. La bovine, această perioadă este de aproximativ 72 de ore după împerecherea naturală (Barth și Oko, 1985), dar acest timp este redus.

substanțial dacă este vorba de o doză mică sau dacă sperma
A fost congelat și decongelat.

Aceste rezervoare (în ampulă și în istmul ampulei) reglează numărul de spermatozoizi eliberați, limitând numărul care urcă la locul fertilizării și reducând riscul de polispermie. Mecanismele prin care spermatozoizii sunt eliberați din epiteliu nu sunt pe deplin înțelese, dar sunt asociate cu procesul de capacitare și cu stimuli proveniți din ovulație (Yanagimachi, 1994).

Antrenament

Este vorba despre dobândirea capacității spermatozoizilor de a fertiliza. Modificările care încep odată cu ejacularea continuă în tractul reproducător feminin, permițând spermatozoizilor să inițieze reacția acrozomală fiziologică, un mecanism fundamental pentru penetrarea gametului feminin în vederea fertilizării interne. Modificările care apar în timpul capacitării sunt rezumate în Tabelul 11.4.

Capacitarea se încheie după ce spermatozoidul se separă de celulele epiteliale din rezervoare pentru a progresa către locul fertilizării.

Machine Translated by Google

Reacția acrozomală și fertilizarea

Odată capacitat (Fig. 11.3, modelul B), spermatozoidul se desprinde de rezervorul din oviduct și progresează spre ampulă pentru a întâlni ovocitul matur conținut în zona pellucidă (o structură cu trei glicoproteine, ZP1, ZP2 și ZP3) și înconjurat de celulele acrozomului. Spermatozoidul penetrează mecanic acest înveliș celular, ajutat de enzimele de la suprafața sa, pe lângă efectul mecanic al hiperactivării. Când ajunge la zona pellucidă, enzimele activate sunt eliberate din acrozom.

Modificări ale acrozomului
Activarea enzimelor.

Spermatozoizii necapacitați (Fig. 11.3, modelul F) nu traversează bariera acrozomală, care acționează ca un mecanism de selecție a spermatozoizilor (Florman și First, 1988). Celulele barierei acrozomale contribuie cu progesteron, care ajută la capacitare și la reacția acrozomală (Fig. 11.3, modelul AR) (Roldan, Tetsuma și Shi, 1994). Odată ce spermatozoidul traversează bariera acrozomală, acesta întâlnește zona pellucidă, de care se leagă într-un proces secvențial ligand-receptor, determinând fertilizarea (Tabelul 11.5).

Etapa finală a călătoriei are loc în spațiul perivitelin. Plasmolema spermatozoidului fuzionează cu oolema, dând naștere zigotului, ale cărui pronucleu reactivează metabolismul și maturarea ovocitului (în metafaza celei de-a doua meioze) și diviziunea celulară a embrionului.

TABELUL 11.4. Principalele modificări în timpul capacitării spermatozoizilor.

Principalele modificări Elemente implicate
Modificări ale ionilor intracelulari Reducerea potasiului (K^+), creșterea sodiului (Na^{2+}) și rearanjarea calciului (Ca^{2+}) spre regiunea anterioară.
Modificări ale metabolismului Motilitate crescută: cheltuieli.
Modificări de sistem Acumulare pentru evenimentele viitoare:

de cAMP
rezerva ie.

Schimbări de bază
Pierderea ionilor de zinc (Zn^{2+}).

Machine Translated by Google

TABELUL 11.5. Etapele de bază ale interacțiunii spermatozoid-zona pellucidă (glicoproteinele ZP1, ZP2 și ZP3), specifice speciei.

Asocierea cu acrozomul intact	Glicoproteinele ZP3 în legarea primară cu receptorii din regiunea acrozomală a membranei spermatozoizilor.	
Asocierea în timpul și după reacția acrozomală	Glicoproteinele ZP2 se găsesc la joncțiunea secundară cu membrana acrozomală expusă. Sunt asociate cu enzime, antigene de fertilitate, spermadezine și zonadezine.	
Modificări în glicoproteine ale membranei plasmatice și spermină și achiziția altor proteine din mediu (membrane fusogene)	Îndepărtarea capacului de stabilizare. Pierderea colesterolului, caltrinului,	Pătrunderea zonei pellucide în spațiul perivitelin Calciu (Ca2+ chelat sau ionic), care reconfigurează mozaicul membranar (instabilitate fusogenă), activează enzimele acrozomiale, fragmentează actina, activează cAMP-ul în mitocondrii și hiperactivează flagelul.

Mediat de

1. Amann RP. O analiză critică a metodelor de evaluare a spermatogenezei din caracteristici fundamentale. J Andr. 1981;2:37-58.
2. Barth AD, Oko RJ. Morfologia anormală a spermatozoizilor bovini. Ames: Iowa Editura Universității de Stat; 1985.
3. Florman HM, First NL. Reglarea exocitozei acrozomale. I. Capacitarea spermatozoizilor este necesară pentru inducerea reacțiilor acrozomale de către bovine. zona pellucida in vitro. Dev Biol. 1988;128:453-463.
4. Harrison RA, Jacques ML, Minguez ML, Miller NG. Comportamentul ejaculării Spermatozoizi de la taur, mistreț și berbec în timpul partiției în contracurent în strat subțire în sisteme apoase bifazice. J Cell Sci. 1992;102(Pt 1):123-132.
5. Perez-Pe R, Barrios B, Muino-Blanco T, Cebrian-Perez JA. Diferențele sezoniere în plasma seminală de berbec relevată prin partiție într-un sistem apos bifazic. J Chr Biom Sci Appl. 2001;760:113-121.
[PubMed] 6. Roldan ERS, Tetsuma M, Shi QX. Exocitoza la spermatozoizi ca răspuns la progesteron și zona pellucida. Sci Rep. 1994;266:1578–1581.
7. Windsor DP. Funcția mitocondrială și fertilitatea spermatozoizilor de berbec. Repr Fert Dev. 1997;9:279-284.

REFERINȚE

8. Yangimachi R. Fertilizarea mamiferelor. În: Knobil E, Neil DJ, eds. Fiziologia de Reproducere. New York: Raven Press Ltd; 1994.

Machine Translated by Google

Fiziologia spermei

Julián Santiago-Moreno, Lucía Martínez Fresneda, Belén Martínez Madrid, Adolfo Toledano Díaz, Cristina Castaño, Antonio López-Sebastián

MATURAREA EPIDIDIMULUI A SPERMEI

În timpul tranzitului prin epididim, spermatozoidul suferă o serie de modificări morfofuncționale, permițându-i să dobândească capacitate cinetică și de fertilizare. Se pare că androgenii reglează expresia aquaporinelor (AQP) în epididim (Pastor Soler 2002), în principal în capul epididimar (Fig. 12.1). Acest lucru permite reabsorbția unei mari porțiuni de apă, concentrând spermatozoizii și promovând o interacțiune mai mare între spermatozoizi și secrețiile epiteliului epididimar (Hess, 2002). Reabsorbția apei creează un micromediu hipertonic care favorizează maturarea (Fig. 12.2) și modifică dimensiunile spermatozoizilor (Tabelul 12.1). În epididim, componentele lipidice ale membranei plasmatice sunt remodelate: o scădere a conținutului de Plasmalogenii, colesterolul, fosfatidiletanolamina și acizii grași saturați sunt crescuți, împreună cu acizii grași nesaturați. Toate acestea duc la o fluiditate crescută a membranei, cu excepția berbecilor și caprelor, la care nivelurile de colesterol cresc (Jones, 1998). În mod similar, proteinele membranei plasmatice sunt supuse remodelării, în principal prin achiziționarea de glicoproteine secretate de epididim, pierderea prin proteoliză și redistribuirea proteinelor specifice. Mai mult, procesul de maturare se reflectă și în modificările componentelor intra-acrozomiale. Dobândirea motilității necesită stabilizarea componentelor flagelare. În timpul maturării în epididim, spermatozoizii rămân imobili, dar pot prezenta motilitate atunci când sunt suspendați într-un diluant seminal sau mediu de cultură.

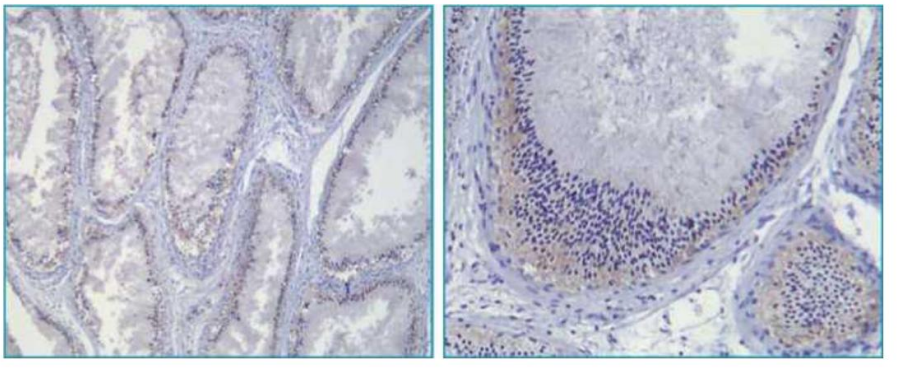
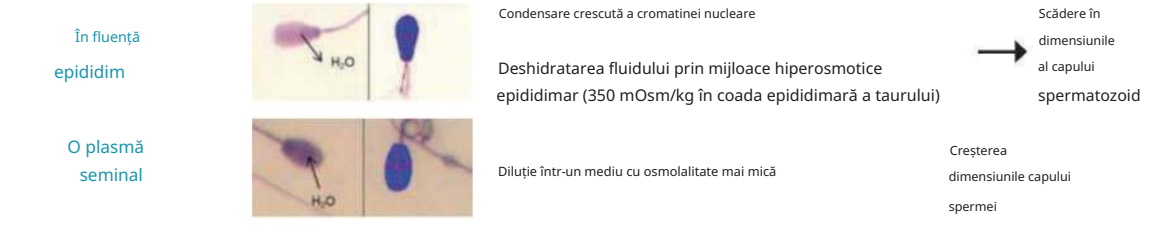


FIGURA 12.1. Expresia aquaporinelor în capul epididimar al capului (Rupicapra pyrenaica) prin negru, imunohistochimic (stânga, 40x; dreapta, 100x) (zone maronii la baza epiteliului).



Machine Translated by Google

FIGURA 12.2. Cauzele modificării dimensiunilor capului spermatozoidului epididimar și ale ejaculatului.

Machine Translated by Google

TABELUL 12.1. Dimensiunile spermatozoizilor la diferite rumegătoare.

	Variabilă morfometrică			
	Lățime (pm)	Longitudine (pm)	Suprafață (pm^2)	Perimetru (pm)
Muflon (Oaia Musimon)				
Ejaculare	9,30 ± 0,01a	5,10 ± 0,01a	39,03 ± 0,11a	24,66 ± 0,03a
Epididimariu	8,84 ± 0,01b	4,81 ± 0,01b	35,09 ± 0,09b	23,41 ± 0,03b
Rebeco (Rupicapra pyrenaica)				
Ejaculare	7,76 ± 0,02a	3,61 ± 0,01a	23,38 ± 0,08a	19,70 ± 0,04a
Epididimariu	7,16 ± 0,03b	3,31 ± 0,01b	19,92 ± 0,10b	18,16 ± 0,06b
Gamă (Dreapta dreapta)				
Ejaculare	8,09 ± 0,01a	4,45 ± 0,01	29,79 ± 0,08a	21,57 ± 0,03a

Machine Translated by Google

Epididimariu	
	7,87 ± 0,01b
	4,48 ± 0,01
	29,17 ± 0,05b
	21,19 ± 0,02b
Corzo (Capreolus capreolus)	
Ejaculare	
	8,34 ± 0,04a
	4,54 ± 0,03a
	31,09 ± 0,24a
	22,49 ± 0,09a
Epididimariu	
	7,69 ± 0,03b
	4,16 ± 0,02b
	26,57 ± 0,18b
	20,58 ± 0,07b
Ibix (Capra pyrenaica)	
Ejaculare	
	8,16 ± 0,02a
	4,45 ± 0,01a
	30,07 ± 0,09
	21,77 ± 0,04
Epididimariu	
	8,42 ± 0,01b
	4,30 ± 0,01b
	30,05 ± 0,06
	21,97 ± 0,03

PLASMA SEMINALA ȘI FUNCȚIA SPERMATOZOID

Plasma semină rezultă din amestecul de secreții din glandele sexuale accesorii (veziculele seminale, prostata, glandele bulbouretrale) cu lichidul epididimar și include printre componentele sale diferiți ioni (sodiu, potasiu, calciu și magneziu), bicarbonat, acid citric,

Machine Translated by Google

Zaharuri (în principal fructoză, dar și glucoză), acid ascorbic, prostaglandine, proteine, peptide și aminoacizi (Tabelul 12.2). Compoziția plasmei seminale variază în funcție de specie, individ și anotimp.

Interacțiunea dintre componentele plasmei seminale și spermatozoizi are loc într-o perioadă scurtă de timp.
Această interacțiune determină activarea motilității spermatozoizilor și remodelarea compoziției membranei spermatozoizilor, inclusiv o scădere a colesterolului și fosfolipidelor membranare, precum și modificarea proteomului (Fig. 12.3). În general, plasma seminală protejează membrana plasmatică și previne capacitarea prematură. Majoritatea proteinelor plasmatice seminale au fost clasificate în trei familii principale: proteine secretorii bogate în cisteină (CRISP), proteine care conțin domeniul fibronectinei de tip II (BSP) și alte proteine.

proteine majore ale plasmă seminală bovină) y spermadezinele (Rodriguez-(Martínez 20 și alții, proteinele din proteinele de țesut intestinal (BSP) se leagă de spermatozoizi în timpul ejaculării, favorizând funcția acestora și promovând capacitarea ulterioară, printr-un eflux de colesterol și fosfolipide din membrana spermatozoizilor.

CAPACITATE ȘI REACȚIE ACROSOMALĂ

Capacitarea implică o serie de transformări ale spermatozoidului în tractul genital feminin. Aceasta implică redistribuirea, modificarea și eliminarea lipidelor și proteinelor care au fost integrate în membrana plasmatică a spermatozoidului în timpul maturării epididimale și prin contactul cu plasma seminală. Aceasta expune receptorii acrozomali care permit spermatozoidului să interacționeze cu liganzii ovocitari. În plus, atunci când spermatozoidul se află în istmul oviductului, are loc hiperactivarea, manifestându-se ca o amplitudine crescută a deplasării laterale a capului și o mișcare viguroasă, neprogresivă (traiectorii predominant circulare) care îi permite să înoate prin fluidele oviductului și să pătrundă eficient în zona pellucidă. Modelul și intensitatea mișcării sunt determinate de creșterea intracelulară a calciului (Ca2+), care acționează direct asupra axonemului. Flagelul este în esență impermeabil la calciu, cu excepția unei regiuni specifice a piesei mediane.
Capacitare cumulus ooforus

Machine Translated by Google

Aceasta reprezintă o etapă pregătitoare pentru întregul sistem celular, aducându-l la un nivel specific de activare necesar reacției acrozomale (exocitoză mediată de un al doilea influx de Ca2+), ceea ce provoacă eliberarea de enzime ce îi permit acestuia să pătrundă în învelișurile ovocitului și să fuzioneze cu membrana plasmatică a ovocitului.

TABEL 12.2. Concentrațiile de aminoacizi liberi în plasma seminală la diferite specii.

Aminoacizi (mM)	OAIE	Toro	Porc	Om	Galo
Acid aspartic	2,52	0,93	0,49	2,24	0,53
Serena	4.78	1,82	0,47	4,07	1,22
Acid glutamic	8,26	8,04	5,90	6,49	44,89
Glicină	2.28	0,88	0,53	7,41	0,86
Alanină	1.18	0,98	0,23	2,25	1,28
Lizină	1.06	0,65	0,06	1,68	0,23

Machine Translated by Google

Arginină
0,78
0,53
0,08
5,15
0,48

Semnificația funcțională a acestor aminoacizi este variată, incluzând activitate antioxidantă, acționând ca un substanță dizolvată protectoare împotriva deteriorării osmotice, furnizând substraturi oxidabile spermatozoizilor și stabilizând proteinele în condiții de stres termic. Acidul glutamic este aminoacidul predominant la oi, tauri, porci și cocoși.

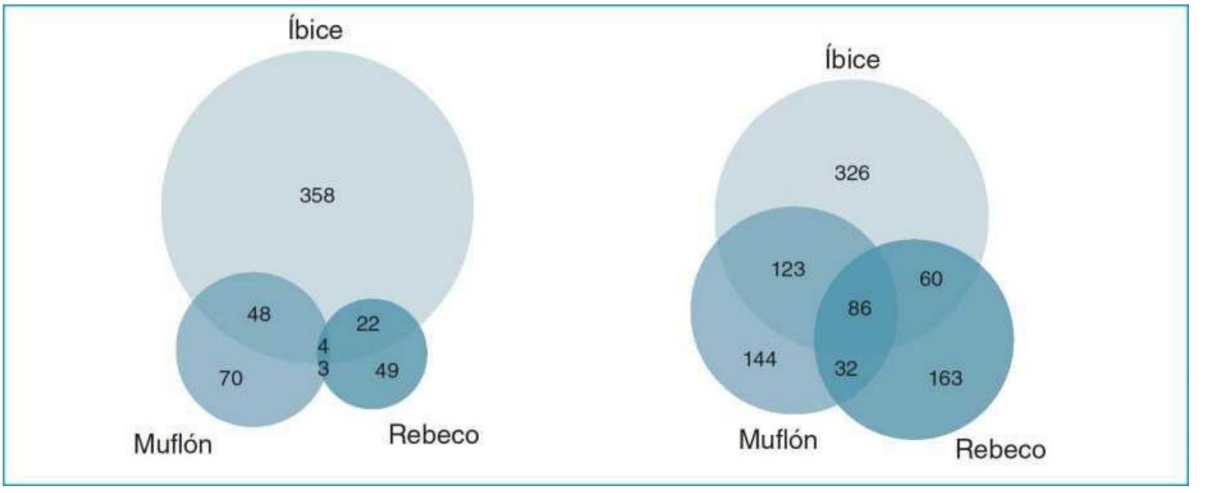


FIGURA 12.3. Compoziția membranei spermatozoizilor este remodelată în timpul ejaculării, ceea ce duce la modificări ale proteomului în comparație cu spermatozoizii epididimari. Patru proteine (EDIL3, ENO1, LOC102182822, NPPC) sunt mai abundente în spermatozoizii ejaculați decât în cei epididimari (stânga), iar 83 de proteine (conform Bazei de date) sunt mai abundente în spermatozoizii epididimari decât în cei ejaculați (dreapta). (Modificat după Martínez-Fresneda, 2019; diferențele proteomice sunt doar cantitative).

METABOLISMUL SPERMATOZOIZILOR

Reacția acrozomală și fertilizarea

Mișcarea spermatozoizilor necesită un aport continuu de ATP, a cărui hidroliză furnizează energia necesară (Fig. 12.4). Există o asociere între conținutul de ATP al spermatozoizilor și motilitatea generală, viteza de progresie și frecvența bătăilor flagelare (Jeulin și Soufir, 1992). Spermatozoizii mai rapizi consumă mai mult ATP pe unitate de timp. Spermatozoizii sunt inactivi transcripțional și au un volum citoplasmatic foarte mic, astfel încât capacitatea lor de a-și ajusta încărcătura enzimatică este foarte limitată. În plus, aceștia trebuie să facă față unor schimbări semnificative în disponibilitatea ATP.

Machine Translated by Google

oxigenului și substraturilor metabolice exogene de la călătoria lor prin tractul reproducător masculin și tractul reproducător feminin până la punctul de fertilizare. Mitocondriile produc mai mult ATP per mol de glucoză decât glicoliză; această eficiență mai mare este asociată cu capacitatea sa de a utiliza o gamă largă de substraturi, cum ar fi acizii grași, acizii monocarboxilici și aminoacizii (Ferramosca [i]al., 2008).

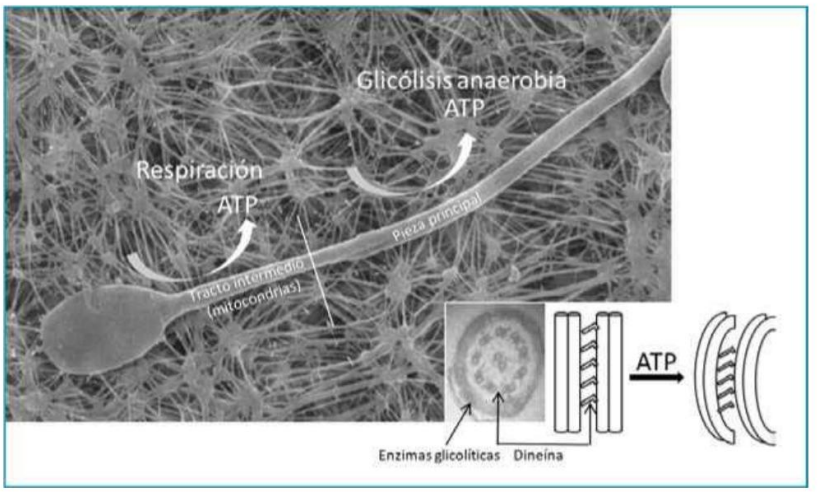


FIGURA 12.4. Spermatozoizii se mișcă sub influența forței de propulsie generate de axonemul flagelului, ai cărui microtubuli sunt asociați cu dineine (ATP-aze). ATP-ul este produs prin fosforilare oxidativă (respirație) în mitocondriile situate în porțiunea mediană a spermatozoidului sau prin glicoliză anaerobă în porțiunea principală a flagelului.

Compoziția lipidică a membranei și funcția spermatozoizilor

Una dintre caracteristicile spermatozoizilor care afectează semnificativ funcția lor este compoziția membranei celulare, care, pe lângă faptul că este implicată în motilitatea și viabilitatea gametului masculin, este fundamentală și în procesele care preced și permit fuziunea spermatozoidului cu ovocitul. Bistratul membranar este compus în principal din fosfolipide (Tabelul 12.3) și acizii lor grași (Tabelul 12.4).

Acizii grași polinesaturați joacă un rol central în reglarea metabolismului lipidic și a mișcării celulare. Conținutul lor ridicat de acizi grași polinesaturați îi face mai sensibili decât alte tipuri de celule la procesele de peroxidare a lipidelor.
Totuși, unele procese fiziologice, cum ar fi fosforilarea tirozinei (Fig. 12.5), depind de formarea acestor radicali liberi (Aitken și Bennetts, 2006). Colesterolul este o componentă structurală a membranei care contribuie la impermeabilitatea și coeziunea acesteia, scade fluiditatea și este asociat cu o durată mai lungă de capacitare.

TABELUL 12.3. Fosfolipidele din spermatozoizii diferitelor specii (procentul din totalul fosfolipidelor).

Fosfolipide (%)	OAIE	Toro	Porc	Om	Galo

Machine Translated by Google

Fosfatidilcolină		
		17,9
		30,1
		38,3
		39,6
		Serena
		6.0
		9.7
24		
		29,7
		8,5
	Fosfatidiletanolamină	
	9,3	
	11,5	
14		
	12,4	
	13,1	

Fosfolipidele sunt distribuite asimetric între straturile lipidice ale membranei plasmatice a spermatozoizilor. Stratul exterior este îmbogățit cu sfingomielină și fosfatidilcolină, în timp ce cea mai mare parte a fosfatidiletanolaminei (și practic toate fosfatidilserinele) se găsesc în stratul interior. Sfingomielina și fosfatidiletanolamina sunt esențiale în modularea capacității spermatozoizilor, iar fosfatidilcolina este crucială în reacția acrozomală.

Machine Translated by Google

TABELUL 12.4. Compoziția acizilor grași din spermatozoizii diferitelor specii.

	Ram	Bull	Pig	Man	Rooster
Palmitic (16:0)	14,8	14,1	13,0	26,1	13,6
Stearic (18:0)	6,2	5,3	5,1	10,1	20,3
Oleic (18:1)	3,9	5,7	2,6	6,9	19,2
Linoleic (18:2)	3,1	3,9	2,1	5,0	1,6
Arahidonic (20:4)	5,0	3,5	3,2	3,9	10,2
Docosahexanoic (22:6)	62,5	61,3	37,7	47,5	2,3

Proporția de acizi grași influențează funcția membranei: un conținut ridicat de acizi grași polinesaturați conferă fluiditate. Principalul acid gras polinesaturat este acidul docosahexaenoic (DHA). Abundența de acizi grași polinesaturați îi face foarte susceptibili la peroxidarea lipidică, un proces în care lipidele reacționează cu speciile reactive de oxigen (ROS), ducând la diverse efecte negative, cum ar fi afectarea motilității, deteriorarea structurală a membranei și incapacitatea de a realiza capacitarea și fuzionarea cu ovocitul. Cu toate acestea, ROS sunt necesari și pentru hiperactivarea spermatozoizilor și reacția acrozomală, care permite fertilizarea ovocitului.

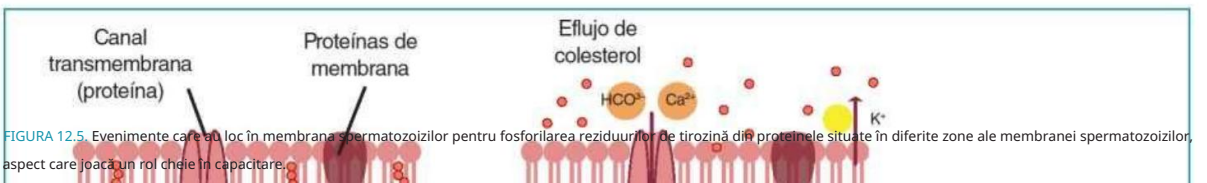


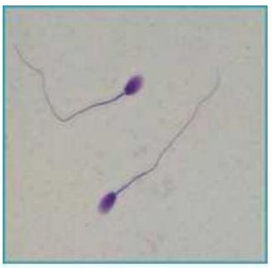
FIGURA 12.5. Evenimente care au loc în membrana spermatozoizilor pentru fosforilarea reziduurilor de tirozină din proteinele situate în diferite zone ale membranei spermatozoizilor, aspect care joacă un rol cheie în capacitare.

Machine Translated by Google

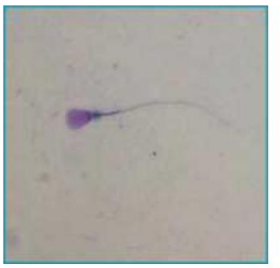
Metabolismul și competiția spermatozoizilor

În cele din urmă, spermatozoizii ejaculați variază considerabil ca formă și dimensiune în funcție de specie (Fig. 12.6). Succesul reproductiv la speciile poligame depinde de strategii pre-copulatorii (de exemplu, luptele dintre masculi) și strategii post-copulatorii (competiția spermatozoizilor). Calitatea spermatozoizilor la masculii care concurează pentru fertilizarea ovocitelor (Fig. 12.7) implică un metabolism mai intens pentru a permite spermatozoizilor să atingă viteze mai mari. Gradul de competiție spermatozoizilor la speciile poliandre afectează procentul de diferiți acizi grași polinesaturați, cum ar fi raportul colesterol-fosfolipide membranare (Del Barco-Trillo și Roldan, 2014). În general, un grad mai mare de competiție duce la o reducere a proporției de acizi grași polinesaturați și la o creștere a acizilor grași saturați (Del Barco-Trillo, Mateo și Roldan, 2015), precum și la o creștere a conținutului de ATP. Scăderea acizilor grași polinesaturați le conferă protecție împotriva proceselor de peroxidare, determinate de nivelurile ridicate de specii reactive de oxigen produse în spermatozoizii care înoată mai rapid.

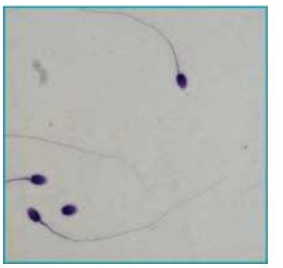
Machine Translated by Google



Íbice
(Capra pyrenaica)



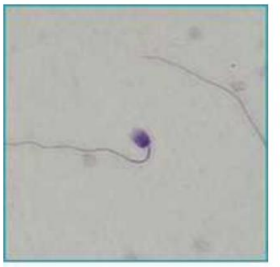
Doamna Gacela
(Colțul din dreapta)



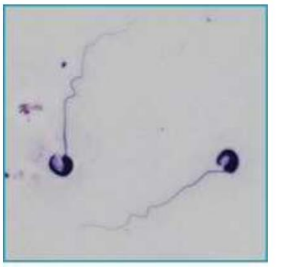
Macacul barbar
(Macaca sylvanus)

Delfín mular
(Tursiops truncatus)

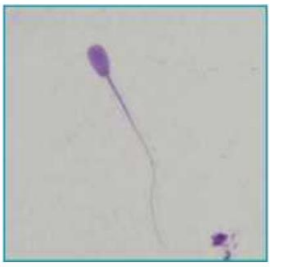
bizon european
(Bison bonasus)



Oso panda
(Ailuropoda melanoleuca)

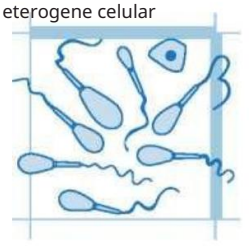


Koala
(Phascolarctos cinereus)

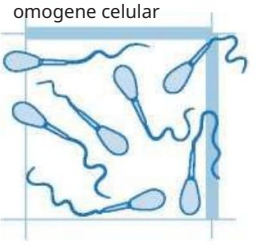


Cerbul Părintelui David
(Elaphurus davidianus)

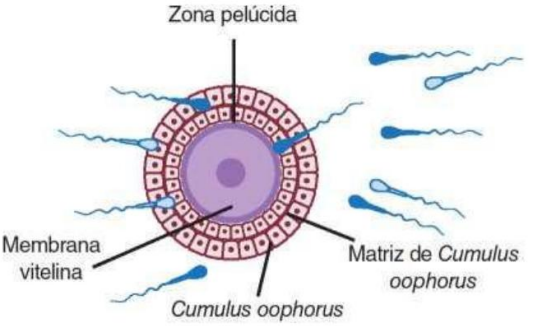
Monogamie: ejaculate eterogene celular



Poliandrie: ejacule omogene celular



(Forme anormale, forme imature [spermatide])



Machine Translated by Google

FIGURA 12.6. Caracteristicile morfologice ale spermatozoizilor de la diferite specii de animale (colorare: Hemacolor).

În scenariile de competiție spermatozoizilor, cele mai mari șanse de fertilizare a ovocitului le au ejaculatele masculilor cu un număr mai mare de spermatozoizi, un procent mai mic de morfanomalii și o viteză mai mare a spermatozoizilor, în principal în raport cu viteza rectilinie și viteza curbilinie.

FIGURA 12.7 Comportamentul sexual (monogamia versus poligamia-poliginia-poliandria) determină diferențe cantitative, calitative și metabolice în ejaculate.

Machine Translated by Google

REFERINȚE

1. Aitken RJ, Bennetts L. Specii reactive de oxigen: prietene sau dușmani. În: De Jonge C, Barrat C, eds. Spermatozoidul. Cambridge: Cambridge University Press; 2006. pp. 170-193.

2. delBarco-Trillo J, Roldan ERS. Efectele ratei metabolice și ale competiției spermatozoizilor asupra compoziției acizilor grași din sperma mamiferelor. J ! vol Biol. 2014;27:55-62.

3. delBarco-Trillo J, Mateo R, Roldan ERS. Diferențele privind compoziția acizilor grași a spermatozoizilor de rozătoare sunt asociate cu nivelurile de competiție a spermatozoizilor. Biol Deschis. 2015;4:466-473.

4. Ferramosca A, Focarelli R, Piomboni P, Coppola L, Zara V. Absorbția de oxigen de către mitocondrii în spermatozoizii umani demembranați: un instrument fiabil pentru evaluarea eficienței respiratorii a spermatozoizilor. Int J Androl. 2008;31:337-345.

5. Hess RA. Canalele eferente: structură și funcții. În: Robaire B, Hinton BT, eds. Epididimul: De la molecule la practica clinică. New York: Kluwer Editura Academic/Plenum; 2002. pp. 49-80.

6. Jeulin C, Soufir J. Modificări intracelulare reversibile la spermatozoizii intacți de șobolan și efecte asupra mișcării flagelare a spermatozoizilor. Cell Motil Cytoskelet. 1992;21:210-222.

7. Jones R. Structura și remodelarea membranei plasmatice în timpul maturării spermatozoizilor în epididim. J Reprod Fertil (Supl.). 1998;53:73-84.

8. Martínez-Fresneda L. Influența stării endocrine asupra răspunsului la congelarea spermei la rumegătoarele mici: utilizarea rumegătoarelor sălbatice și domestice ca studiu experimental model [teză de doctorat]. Bonn: Facultatea de Agricultură (Universitatea din Bonn); 2019.

9. Pastor-Soler N, Isnard-Bagnis C, Herak-Kramberger C, Sabolic I, Van Hoek A, Brown D, Breton S. Expression of aquaporin 9 in the adult rat epididimal Epiteliul este modulat de androgeni. Biol Reprod. 2002;66:1716-1722.

10. Rodriguez-Martínez H, Kvist U, Ernerudh J, Sanz L, Calvete JJ. Proteinele plasmatice seminale: Ce rol joacă acestea? Am J Reprod Immunol. 2011;66:11-22.

Machine Translated by Google

Termoreglarea testiculară

John P. Kastelic, Guilherme Rizzoto

Există mai multe mecanisme pentru a menține testiculele între 2°C și 6°C sub temperatura corpului pentru a produce spermatozoizi normali din punct de vedere morfologic, mobili și fertili.

ROLUL VASELE DE SÂNGE ÎN TERMOREGLAREA SCROT/TESTICULAR

Deasupra testiculelor, artera testiculară este puternic spiralată și înconjurată de plexul venos pampiniform. Această structură, numită con vascular testicular (Fig. 13.1), funcționează ca un schimbător de căldură în contracurent, răcind sângele arterial înainte de a intra în testicule (Cook 1994; Kastelic 2018). După conul vascular, artera testiculară se îndreaptă spre porțiunea distală a testiculelor și emite mai multe ramuri vizibile pe fața posterioară a gonadelor înainte de a intra în ele (Kastelic 1996; 1997). Sângele arterial este răcit în conul vascular și este deja mai rece acolo unde artera intră în testicule. și alții, Testiculele sunt vascularizate de jos în sus, în timp ce opusul se întâmplă în scrot (de sus în jos). Gradienții de temperatură (temperatura superioară minus temperatura inferioară) pe suprafața scrotului, în țesuturile subcutanate scrotale și în interiorul testiculelor sunt de 1,6 °C, 0,4 °C și respectiv -0,2 °C (Kastelic 1995). Astfel, atât pentru scrot, cât și pentru testicule, temperatura este cea mai ridicată la originea vascularizației arteriale (partea superioară a scrotului, partea inferioară a testiculelor) și cea mai scăzută în zonele și alții, mai îndepărtate (Fig. 13.2).

SURSE DE CĂLDURĂ TESTICULARE

Temperaturile mai ridicate afectează funcția testiculară (Fig. 13.3). La taurii Angus, sângele este mai cald în artera testiculară decât în vena testiculară (39,2°C vs. 36,9°C) și are o proporție mai mare de hemoglobină saturată cu oxigen (95,3% vs. 42%; Barros 2018). Acest lucru este în concordanță cu absorbția și fluxul de oxigen. și colab.

Fluxul sanguin, producția estimată de căldură datorată metabolismului în comparație cu fluxul sanguin, a fost de 5,8 față de 28,3 calorii pe minut, deci fluxul sanguin este principala sursă de căldură testiculară.

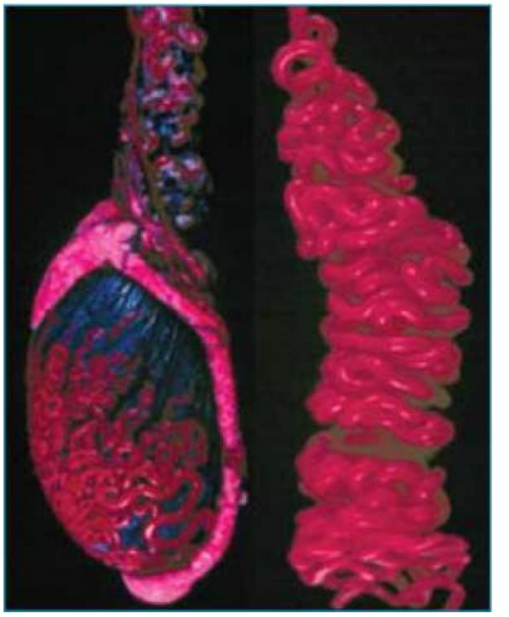


FIGURA 13.1. Modele vasculare ale cordonului spermatic, testicului și epididimului (stânga) și arterei testiculare din conul vascular testicular (dreapta) la tauri de carne postpubertali. Imagini publicate inițial în: Kastelic JP. 2013; 3(4): 20-25. Frontierele animalelor.

ALTE CONTRIBUȚII LA RĂCIREA TESTICULELOR

Pe lângă schimbul de căldură în contracurent, mai multe caracteristici scrotale mențin testiculele la o temperatură mai scăzută. temperatură. De exemplu, un gât scrotal bine definit permite testiculelor să se îndepărteze de abdomen și să se răcească. Mușchiul dartos se atașează de suprafața profundă a pielii scrotale și o contractă sau o relaxează. Pielea scrotului este subțire, aproape fără păr și are multe glande sudoripare, grăsime minimă și vase de sânge superficiale.

Machine Translated by Google

TERMOREGLAREA SCROTALĂ/

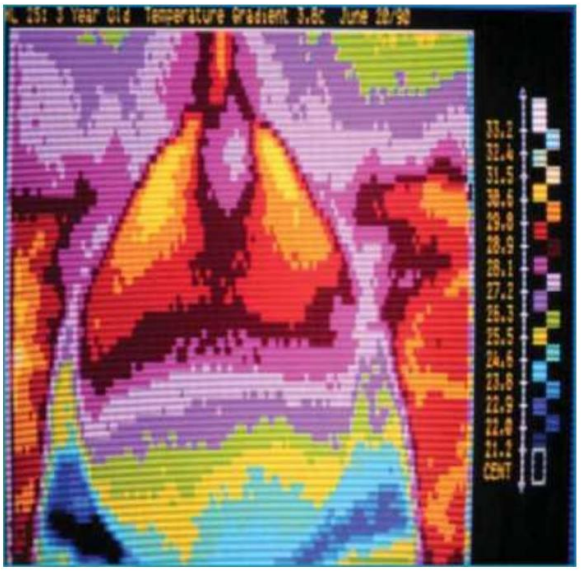


FIGURA 13.2. Termogramă în infraroșu a scrotului taurului: pielea exercitată care acoperă conurile vasculare testiculare este mai caldă, cu temperaturi în scădere pe suprafața scrotală de la partea superioară a testiculelor spre partea inferioară. Imagini publicate inițial în: Kastelic JP. 2013; 3(4): 20-25.
Frontierele animalelor.

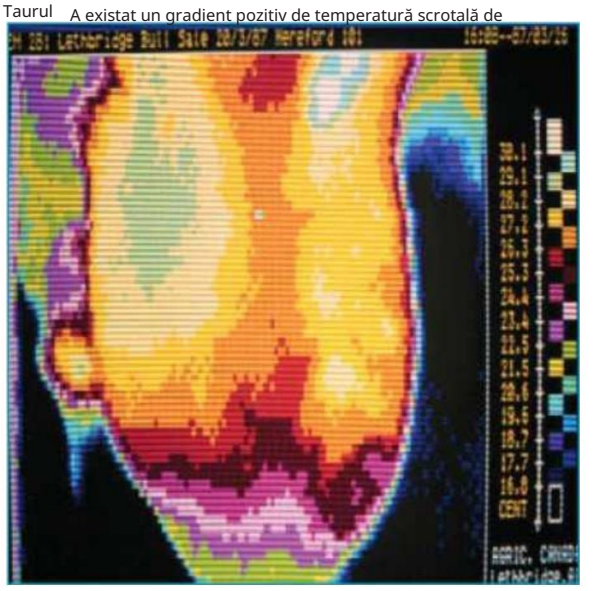


FIGURA 13.3. Termogramă anormală cu zone roșii, cu temperaturi ridicate.
Imagini publicate inițial în: Kastelic JP. 2013; 3(4): 20-25. Frontierele animalelor.

TESTICULAR LA TAURI INDICUS ȘI CRUCIAȚII

PĂDUREA TAURULUI, PĂDUREA

Grosimea peretelui arterei testiculare și distanța sângelui arterio-venos în conul venos sunt mai mici în arterele intermediare din arterele încrucișate coride B. indicus, și mai mari în arterele încrucișate (Tabelul 13.1) (Brito B. Taurul 2004), ceea ce este legat de o scădere mai mare a temperaturii sângelui.
arterială la tauri B. indicus, cruciați și B. Taurul, respectiv (Tabelul 13.1). La taurii metiși și Taurul A existat un gradient pozitiv de temperatură scrotală de B.

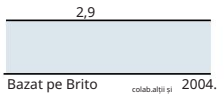
Temperaturile sunt din ce în ce mai ridicate și mai scăzute, cu un gradient de temperatură negativ sub tunica testiculară. Cu toate B. indicus, acestea, gradienții de temperatură de sub tunicile scrotal și testiculară sunt pozitivi. Diferențele în aranjamentele vasculare, caracteristicile arteriale sau tunica albuginea pot afecta temperaturile sângelui arterial testicular și subtubulare la tauri, permițându-le să producă spermă de bună calitate în medii calde. B. indicus,

TABELUL 13.1. Caracteristicile arterei testiculare și ale conului venos și relația cu pierderea de temperatură la taurii Bos indicus, metiși și Bos Taurus.

	Bos indicus Cruciați	Bos taurus
Grosimea peretelui arterei testiculare (pm)	192,5 229	290
Distanța dintre sângele arterial și venos în conul venos (pm)	330,5 373,7	609,4
Scăderea temperaturii sângelui arterial în conul venos (°C)	5,9	

Machine Translated by Google

5



Machine Translated by Google

PATOGENEZA MODIFICĂRILOR INDUSE DIN CĂLDURĂ ÎN MORFOLOGIA SPERMA

Există o paradigmă predominantă conform căreia testiculele funcționează în apropierea hipoxiei, că fluxul sanguin nu crește semnificativ pe măsură ce testiculele se încălzesc și că hipoxia perturbă spermatogeneza după creșterea temperaturii testiculare (Waites și Setchell, 1964). Cu toate acestea, am efectuat recent două studii pentru a demonstra că hipoxia afectează calitatea și producția de spermă și că hiperoxia previne reducerile induse de hipertermie ale calității și producției de spermă.

spermă.

Într-un studiu (Kastelic 2017), 18 berbeci (dintre care nouă aveau un scrot izolat) au fost expuși la aer care conținea 14%, 21% sau 85% oxigen timp de aproximativ 30 de ore. În acel studiu, izolarea scrotului (pentru creșterea temperaturii testiculare) a redus motilitatea spermatozoizilor de la 58% la 30% și proporția de spermatozoizi morfologic normali de la 87% la 30%, dar efectele datorate oxigenului au fost minime. Într-un al doilea studiu (Kastelic 2019), 96 de șoareci CD-1

și colab.

Șoarecii masculi au fost menținuți la 20°C față de 36°C, expuși la 13%, 21% sau 95% oxigen de două ori la intervale de 12 ore (separate de 12 ore la temperatura camerei și 21% oxigen) și au fost sacrificați la 14 sau 20 de zile după expunere. Au existat efecte majore ale temperaturii: șoarecii expuși la 36°C au avut testicule mai mici, mai puțini spermatozoizi normali din punct de vedere morfologic și histologic și un număr crescut de spermatide și celule germinale alterate, comparativ cu șoarecii expuși la 20°C. În ambele studii, calitatea și producția de spermatozoizi nu au fost afectate de hipoxie, iar hiperoxia nu a protejat împotriva hipertermiei la șoareci.

Recent, am efectuat două studii pe berbeci pentru a determina efectele hipoxiei și hipertermiei testiculare asupra fluxului sanguin testicular și asupra aportului și absorbției de oxigen. În primul studiu (Rizzotto 2018), berbecii au fost expuși la scăderi succesive ale concentrației de oxigen în aerul inspirat (100%, 21% și 13%; 45 de minute la fiecare concentrație). Pe măsură ce concentrația de oxigen a scăzut (100% până la 13%), fluxul sanguin testicular a crescut (9,6 vs. 12,9 ml/min la 100 g de testicul). Creșterea fluxului sanguin testicular a menținut aportul de oxigen și a crescut temperatura testiculară cu aproximativ 1 °C. În al doilea experiment (Rizzotto 2019), pe măsură ce temperatura testiculară...

și alții,

și alții

Temperatura a crescut de la 32-34 °C la 40 °C, iar fluxul sanguin testicular mediu, extracția și consumul de oxigen au crescut (Tabelul 13.2).

TABELUL 13.2. Modificări ale fluxului sanguin și consumului de oxigen (la 100 g de testicul) și extracția de oxigen în funcție de temperatură în testiculele berbeci.

Temperatura testiculară (°C)	32-34	40
Flux sanguin testicular mediu (ml/min)	9,8	12,2
Consumul de oxigen (ml/min)	0,35	0,64
Extracția de oxigen (%)	31,2	47,3

În concluzie, nu au existat dovezi ale metabolismului anaerob bazate pe diferențe semnificative în ceea ce privește lactatul, pH-ul, bicarbonatul sau excesul de baze. Prin urmare, aceste date au contestat paradigma clasică privind termoreglarea scrotală/testiculară, deoarece hipertermia testiculară acută a cauzat creșteri ale fluxului sanguin și ale aportului și absorbției de oxigen, fără nicio indicație de hipoxie. Contrar paradigmei clasice, datele noastre susțin ideea că efectele creșterii temperaturii testiculare se datorează temperaturii testiculare în sine, nu hipoxiei secundare. În plus, la tauri, creșterea temperaturii testiculare stimulează metabolismul testicular, dar fluxul sanguin testicular aproape se dublează, furnizând suficient oxigen pentru a satisface cerințele metabolice, fără nicio dovadă de hipoxie (Fig. 13.4).

în sine și

EFECTELE CREȘTERII TEMPERATURII DESPRE CELULE TESTICULARE

Creșterea temperaturii afectează toate tipurile de celule din testicule, deși celulele germinale sunt mai sensibile decât celulele Sertoli sau Leydig (Waites și Setchell, 1990). Daunele sunt proporționale cu amploarea și durata căldurii.

Machine Translated by Google

raportul efectului (Waites și Setchell, 1990). Creșterea temperaturii poate cauza moartea spermatocitelor în profaza meiotică, deși poate altera structura sau funcția spermatozoizilor mai diferențiați (Setchell, Voglmayr și Hinks, 1971). Creșterea temperaturii testiculare scade, în general, motilitatea progresivă și spermatozoizii vii, cu mai mult

Machine Translated by Google

Se observă spermatozoizi cu anomalii morfologice, în special cei cu defecte ale capului (Barth și Oko, 1989). În mod surprinzător, defectele specifice apar într-o secvență previzibilă, deși procentul de spermatozoizi afectați este variabil (Barth și Bowman, 1994). La 11-18 zile după creșterea temperaturii testiculare, există creșteri ale reflexelor distale ale piesei mediane, picăturilor proximale și distale și anomaliilor acrozomiale; la 21-23 de zile, se observă spermatozoizi microcefalici și teratoizi, vacuole nucleare, capete piriforme și cozi spiralate; iar la 30 de zile... Anomalii ale ADN-ului (Barth și Bowman, 1994). După creșterea temperaturii testiculare, morfologia normală a spermatozoizilor este restabilită în aproximativ șase săptămâni (Vogler, 1991). În general, cu cât gradul și durata încălzirii testiculare sunt mai mari, cu atât procentul de spermatozoizi anormali este mai mare și perioada de recuperare este mai lungă. În plus, după recuperare, spermatozoizii pot părea normali din punct de vedere morfologic, dar au o fertilitate scăzută și o mortalitate embrionară crescută.

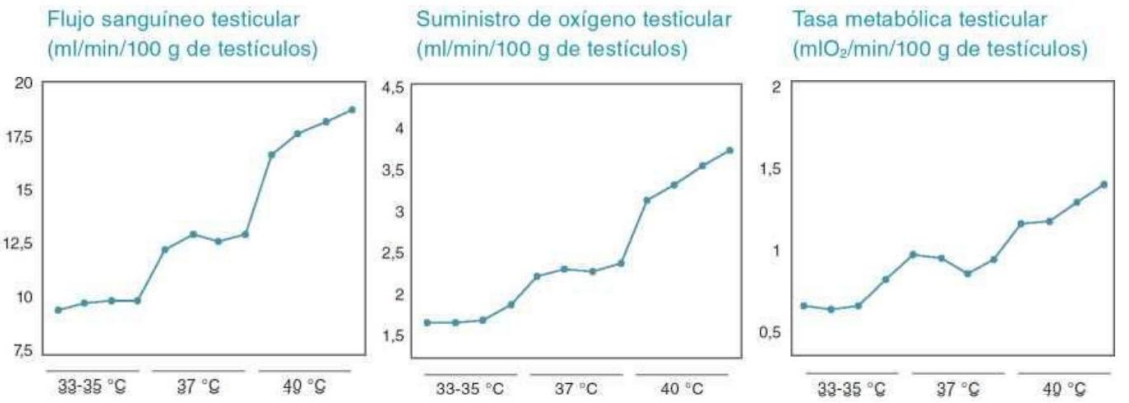


FIGURA 13.4. Fluxul sanguin, aportul de oxigen și rata metabolică în testiculele a 18 tauri (expuși secvențial la trei temperaturi testiculare: 33–35 °C, 37 °C și 40 °C). Datele au fost înregistrate de patru ori la fiecare 15 minute, apoi temperatura testiculară a fost crescută la următoarea valoare. Pentru fiecare punct final, a existat o diferență între toate temperaturile. (p.) < 0,001).

REFERINȚE

1. Barros-Adwell CMQ, Brito LFC, Oba E, Wilde RE, Rizzoto G, Thundathing JC, Kastelic JP. Fluxul sanguin arterial este principala sursă de căldură testiculară la tauri și Temperaturile ambientale mai ridicate cresc semnificativ fluxul sanguin testicular. Teriogenologie. 2018;116:12-16.
2. Barth AD, Bowman PA. Apariția secvențială a anomaliilor spermatozoizilor după izolarea scrotului sau tratamentul cu dexametazonă la tauri. Can Vet J. 1994;35(2):93-102.
3. Barth AD, Oko RJ. Morfologie anormală a spermatozoizilor bovini. New Jersey: Wiley-Blackwell; 1989.
4. Brito LF, Silva AED, Barbosa RT, Kastelic JP. Termoregulare testiculară la Bos Tauri indicus, metiși și Bos taurus: relația cu scrotul, conul vascular testicular și morfologia testiculară și efectele asupra calității spermei și producția de spermă. Theriogenology. 2004;61:511-528.
5. Cook RB, Coulter GH, Kastelic JP. Conul vascular testicular, scrotal termoreglarea și relația acestora cu producția de spermă și calitatea seminală la taurii de carne. Theriogenology. 1994;41(3):653-671.
6. Kastelic JP, Coulter GH, Cook RB. Suprafață scrotală, subcutanată, intratesticulară, și temperaturile intraepididimale la tauri. Theriogenology. 1995;44(1):147-152.
7. Kastelic JP, Cook RB, Coulter GH. Contribuția scrotului și a testiculelor la Termoreglarea scrotală și testiculară la tauri și berbeci. Reproducere. 1996;108(1):81-85.
8. Kastelic JP, Cook RB, Coulter GH. Contribuția scrotului, testiculelor și artera testiculară la termoreglarea scrotală/testiculară la tauri la două temperaturi ambientale. Anim Reprod Sci. 1997;45(4):255-261.
9. Kastelic J, Wilde R, Rizzoto G, Thundathil J. Hipertermia și nu hipoxia poate reduce motilitatea și morfologia spermatozoizilor în urma hipertermiei testiculare. Vet Med (Praha). 2017;62(8):437-442.
10. Castelic JP, Wilde RE, Bielli A, Genovese P, Rizzoto G, Thundathil J. Hipertermia este mai importantă decât hipoxia ca o cauză a perturbării spermatogenezei și spermatozoizi anormali. Theriogenology. 2019;131:177-181.
11. Kastelic JP, Rizzoto G, Thundathil J. Recenzie: Con vascular testicular dezvoltarea și asocierea acesteia cu termoreglarea scrotală, calitatea spermei și producția de spermatozoizi la tauri. Animal. 2018;12(1):133-141.
12. Rizzoto G, Hall C, Tyberg J V., Thundathil JC, Caulkett NA, Kaste-lic JP. Creșterea fluxului sanguin testicular menține aportul de oxigen și previne apariția leziunilor testiculare.

Machine Translated by Google

hipoxie ca răspuns la conținutul redus de oxigen din aerul inspirat. Sci Rep.
2018;2018:10905

Machine Translated by Google

13. Rizzoto G, Hall C, Tyberg J V., Thundathil JC, Caulkett NA, Kastelic JP. Hipertermia testiculară crește fluxul sanguin care menține metabolismul aerob la berbeci. Reprod Fertil Dev. 2019;31(4):683.
14. Setchell BP, Voglmayr JK, Hinks NT. Efectul încălzirii locale asupra fluxului și compoziției lichidului rete testis în berbec conștient. J Reprod Fertil. 1971;24(1):81-89.
15. Vogler CJ, Saacke RG, Bame JH, Dejarnette JM, McGilliard ML. Efectele izolării scrotale asupra caracteristicilor de viabilitate a spermei bovine crioconservate. J Dairy Sci. 1991;74(11):3827-3835.
16. Waites GM, Setchell BP. Efectul încălzirii locale asupra fluxului sanguin și metabolismului în testiculul berbecului conștient. J Reprod Fertil. 1964;8(3):339-349.
17. Waites GMH, Setchell BP. Fiziologia testiculului mamiferelor. În: Lamming GE, ed. Marshall's Physiology of Reproducere Volumul 2. Londra: Springer-Verlag; 1990. pp. 1-105.

Machine Translated by Google

SECȚIUNE

4

Influențele mediului asupra reproducerii

CAPITOLUL 14. Sezonalitatea sexuală sau reproductivă

CAPITOLUL 15. Stimuli sociosexuali și reproducere

CAPITOLUL 16. Influențele dietei în reproducere

CAPITOLUL 17. Efectele stresului despre reproducere

CAPITOLUL 18. Stres termic și reproducere

CAPITOLUL 19. Efectele altitudinii

Machine Translated by Google

despre reproducere

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 14

Sezonalitate sexuală sau reproductivă

José Alberto Delgadillo

Sezonalitatea sexuală sau reproductivă este o caracteristică a multor specii domestice și sălbatice. Rasele de specii sezoniere prezintă perioade alternante de activitate sexuală (sezonul de determinare a sexului) și inactivitate sexuală (femelele: anestru; masculii: repaus sexual). Acesta este un mecanism de adaptare la variațiile de mediu care permite nașterilor să aibă loc la sfârșitul iernii sau la începutul primăverii, când disponibilitatea hranei crește și temperaturile ambientale cresc, favorizând supraviețuirea puilor. Prin urmare, lunile anului în care are loc activitatea reproductivă depind de durata gestației. La ovine și caprine, gestația durează cinci luni, deci activitatea reproductivă are loc toamna și iarna, în timpul zilelor mai scurte. În schimb, la cabaline, gestația durează 11 luni, deci activitatea reproductivă are loc în general primăvara și vara, în timpul zilelor mai lungi.

Sezonalitatea reproductivă este sincronizată în principal prin fotoperioadă, sau durata zilei și a nopții. Fotoperioada modifică feedback-ul negativ al estradiolului și testosteronului asupra secreției de gonadotropină, acesta fiind principalul mecanism neuroendocrin care reglează sezonalitatea reproductivă. La speciile domestice, sezonalitatea reproductivă limitează productivitatea, ceea ce face esențială înțelegerea mecanismelor implicate pentru a reduce sau modifica această sezonalitate.

SEZONALITATEA REPRODUCTIVĂ ȘI CONTROLUL SĂU FOTOPERIODIC

Variații sezoniere ale activității sexuale

Sezonalitatea variază de la rasă la rasă și este mai pronunțată la animalele din latitudini temperate decât la cele din zone subtropicale sau tropicale. Cu toate acestea, poate diferi chiar și între rasele aflate la aceeași latitudine. La caprele alpine și oile Suffolk din latitudini temperate (>40° nord sau sud), sezonul de reproducere începe, în general, în toamnă și se termină iarna. În schimb, la caprele marocane locale și la oile Merino din latitudini subtropicale (23-40° nord sau sud), sezonul de reproducere este mai lung, începând la sfârșitul verii și terminându-se la începutul iernii. Capre creole Oile Pelibuey cu păr de la latitudinea caraibiană și tropicală (<23° nord sau sud) nu sunt reproducătoare sezoniere și au potențialul de a manifesta activitate sexuală pe tot parcursul anului. Spre deosebire de La capre și oi, sezonul de reproducere este primăvara și vara, în timp ce la cai are loc în timpul verii. În cele din urmă, vacile și scroafele nu sunt considerate sezoniere și au potențialul de a fi active sexual pe tot parcursul anului.

Variații sezoniere ale activității reproductive masculine

La caprele și berbecii masculi, sezonul sexual sau reproductiv variază, de asemenea, de la rasă la rasă. Astfel, la caprele alpine și berbecii Suffolk, sezonul de reproducere începe, în general, în toamnă și se termină iarna.

În schimb, la caprele masculi din nordul Mexicului și la berbecii Corriedale, sezonul de reproducere începe vara și se termină iarna, precedând ciclul femelelor (Fig. 14.1). Caprele masculi Criollo din

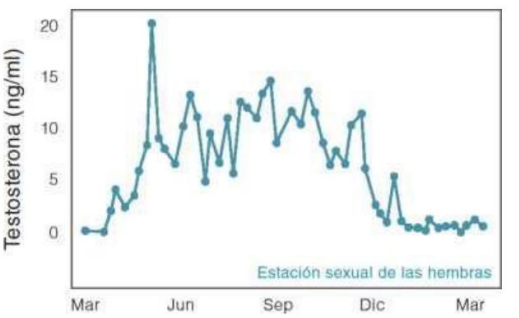


FIGURA 14.1. Concentrațiile de testosteron la caprele masculi din nord din Mexic (emisfera nordică).

Machine Translated by Google

Oile cu păr caraibian și Pelibuey nu sunt reproducătoare sezoniere și pot manifesta activitate sexuală pe tot parcursul anului. Spre deosebire de capre și oi, sezonul de reproducere la caii masculi începe primăvara și se termină la începutul toamnei. Indiferent de diferențele temporale în ceea ce privește sezonalitatea sexuală, concentrațiile plasmatice de LH și testosteron, atitudinea și libidoul (Fig. 14.2 și 14.3)

Calitatea cantitativă a spermei (numărul total de spermatozoizi per ejaculat) și calitatea calitativă a spermei (motilitatea progresivă) sunt mai mari în timpul sezonului de reproducere decât în perioada de repaus. În cele din urmă, taurii și porcii nu sunt sezonieri și au potențialul de a fi activi sexual pe tot parcursul anului.

FIGURA 14.2. Postura țapului mascul în repaus (stânga) și activ (dreapta). Observați diferența de culoare a părului bărbii, deoarece țapii masculi activi urinează pe el.

FIGURA 14.3. Atitudinea masculului de țap în repaus (stânga) și activ (dreapta) atunci când este plasat lângă femele.

Controlul fotoperiodic al sezonalității sexuale

Fotoperioada este cel mai constant factor de mediu de la an la an, ceea ce o face un indicator excelent al momentului în care se produce. an. Prin urmare, este principalul factor care influențează sincronizarea sezonalității sexuale la aceste specii.

Informația fotoperiodică recepționată de retină este

Machine Translated by Google

transmisă prin căi nervoase către glanda pineală. Această glandă secretă melatonină doar în timpul fazei întunecate a ciclului zi-noapte, astfel încât secreția durează mai mult atunci când zilele sunt scurte decât atunci când sunt lungi. Aceste modele de secreție de melatonină acționează asupra axei hipotalamo-hipofizare, fie stimulând, fie inhibând activitatea acesteia.

Prin urmare, manipularea fotoperioadei permite modificarea sezonalității sexuale.

La caprele și oile expuse la 2-3 luni de zile lungi (14-16 ore de lumină naturală) urmate de 2-3 luni de zile scurte (8-10 ore de lumină naturală) (Fig. 14.4), ovulația și creșterea concentrațiilor plasmatice de testosteron-steron încep în zilele scurte și se termină în zilele lungi (Fig. 14.5 și 14.6). În consecință, se presupune că zilele scurte stimulează activitatea sexuală, iar zilele lungi o inhibă. Cu toate acestea, atunci când caprele sau oile sunt expuse la zile scurte începând cu solstițiul de iarnă, activitatea ovulatorie sau nivelurile de LH la femelele ovariectomizate tratate cu un implant subcutanat de

Machine Translated by Google

FIGURA 14.4. Capre masculi supuse tratamentului cu lumină.

Nivelurile de estradiol nu sunt prelungite și încetează în același timp ca la femeile expuse fotoperioadei naturale (fig. 14.7). De asemenea, atunci când femelele sunt expuse la zile lungi începând cu solstițiul de vară, activitatea ovulatorie sau endocrină începe în același timp ca la femelele expuse fotoperioadei naturale (fig. 14.7).

Din cele de mai sus rezultă că sfârșitul sezonului sexual are loc deoarece animalele devin „refractare” sau „Insensibile” la zilele scurte și nu datorită efectului inhibitor al zilelor lungi. În mod similar, debutul sezonului de reproducere are loc deoarece animalele devin „refractare” sau „insensibile” la zilele lungi și nu datorită efectului stimulator al zilelor scurte. În consecință, sezonalitatea reproductivă rezultă din existența unui ritm reproductiv circanual endogen sincronizat cu fotoperioada. Prin urmare, atunci când femelele sau masculii sunt expuși la zile constant lungi sau scurte, animalele continuă să prezinte variații sezoniere în activitatea lor sexuală, dar într-un mod desincronizat. Astfel, creșterea zilelor primăverii determină începutul sezonului de reproducere, în timp ce zilele scurte îi determină durata.

La cai, zilele lungi stimulează activitatea sexuală sau reproductivă, în timp ce zilele scurte o inhibă. Cu toate acestea, expunerea prelungită a iepelor la zile lungi nu previne anestrul sezonier, în timp ce expunerea la zile scurte nu previne debutul sezonului de reproducere. Prin urmare, caii devin „refractari” sau „insensibili” la zilele lungi și scurte datorită existenței unui ritm reproductiv endogen.

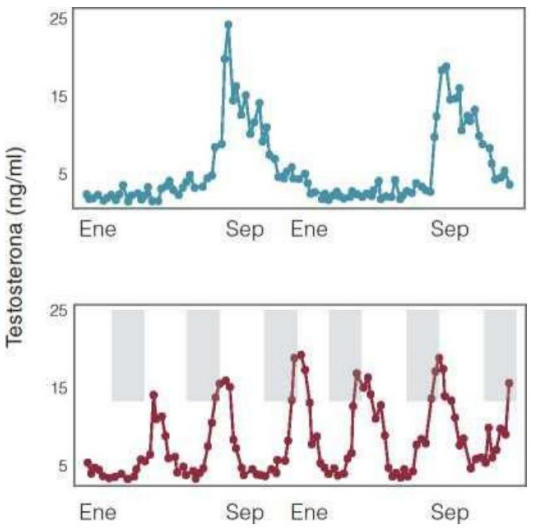


FIGURA 14.5. Concentrațiile de testosteron la caprele care nu sunt masculi tratate (panoul superior) sau cu tratament cu lumină (panoul inferior) în nordul Mexicului. Barele gri indică tratamentul cu lumină.

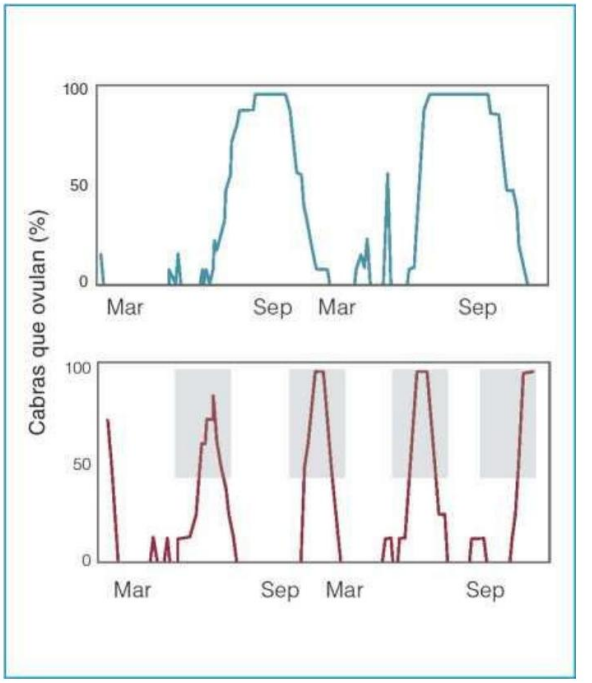


FIGURA 14.6. Procentul de capre netratate (panoul de sus) sau cu tratament cu lumină (panoul de jos) și ciclurile lor ovulatorii, în Franța. Barele gri indică tratamentul cu lumină.

Machine Translated by Google

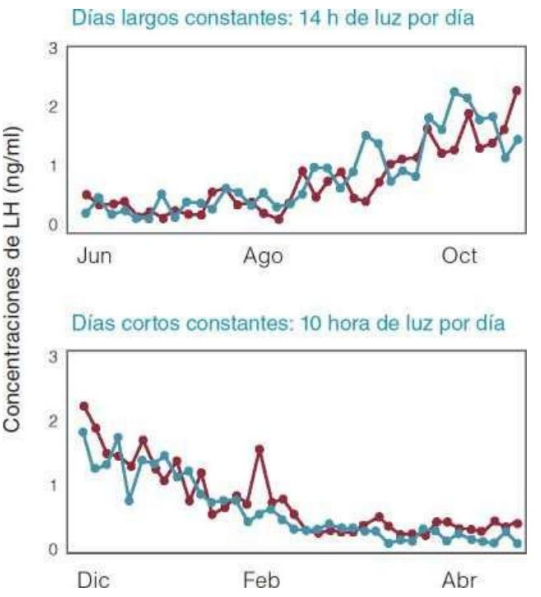


FIGURA 14.7 Secreția bazală de hormon luteinizant (LH) la caprele tratate cu zile lungi (panoul de sus) sau zile scurte (panoul de jos).

Fotoperioada și reglarea axei hipotalamo-hipofizare

GnRH secretat de hipotalamus stimulează glanda pituitară să secrete gonadotropine (LH și FSH). La femele, LH stimulează ovarele să secrete estradiol, iar la masculi stimulează testiculele să secrete testosteron. Estradiolul și testosteronul, la rândul lor, reglează secreția de GnRH și LH prin feedback negativ. Prin urmare, la rumegătoarele mici, feedback-ul negativ este mecanismul neuroendocrin responsabil de reproducerea sexuală.

sezonalitate Acest feedback negativ este reglat de schimbările fotoperiodice. La capre și oi, sensibilitatea la feedback-ul negativ al estradiolului și testosteronului crește în timpul zilelor lungi, scăzând secreția de GnRH și LH și inducând perioade de anestrus. Această sensibilitate la feedback-ul negativ scade în timpul zilelor scurte, permițând secreția de GnRH și LH și inducând perioade de activitate sexuală. Feedback-ul negativ al estradiolului și testosteronului este exercitat asupra neuronilor din nucleii preoptic și arcuat care secretă kisspeptină, care stimulează secreția de GnRH. La cai, feedback-ul negativ al estradiolului și testosteronului asupra LH nu este mecanismul.

Hipotalamus/hipofiză
Hipotalamus/hipofiză
GnRH/LH
GnRH/LH

Gonade
Gonade

Machine Translated by Google

Steroizi

Steroizi

Stație de sex

Stație de sex

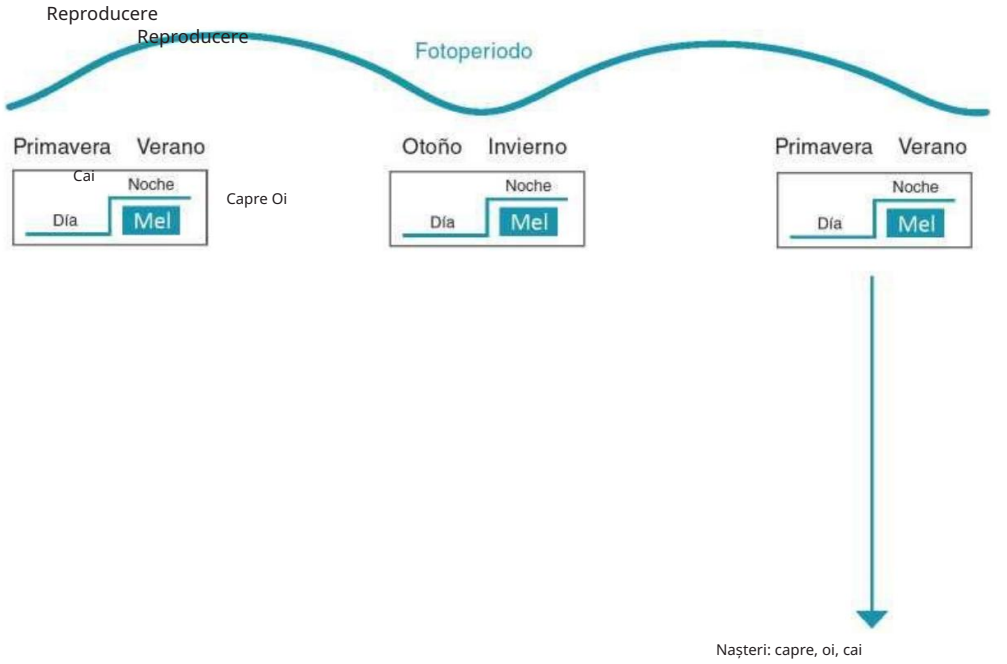


FIGURA 14.8. Diferența în răspunsul fotoperiodic între rumegătoarele mici și cabaline. GnRH: hormon de eliberare a gonadotropinei; LH: hormon luteinizant; Mel: melatonină.

Machine Translated by Google

direct responsabil pentru sezonalitatea reproductivă. La iepe, estradiolul acționează sinergic cu zilele lungi pentru a crește secreția de LH, permițând începerea sezonului de reproducere (Fig. 14.8).

Tratamente fotoperiodice și sezonalitate sexuală

La capre, oi și cai, variațiile sezoniere ale activității reproductive rezultă din variațiile fotoperioadei. Prin urmare, manipularea fotoperioadei permite inducerea activității sexuale atât la femele, cât și la masculi în timpul anestrului sezonier sau al repausului sexual. La capre și oi, două sau trei luni de zile lungi în toamnă sau iarnă, urmate de fotoperioada naturală, stimulează activitatea sexuală iarna sau primăvara. La cai, o lună de zile lungi după solstițiul de iarnă, urmată de fotoperioada naturală, stimulează activitatea sexuală iarna sau la începutul primăverii.

Machine Translated by Google

Stimuli sociosexuali și reproducere

Rodolfo Ungerfeld

Prezența sau absența indivizilor de același sex sau de sex opus poate altera complet statutul reproductiv al unui individ. Efectul masculin a fost studiat pe larg.

și utilizat la ovine, caprine, porcine și bovine pentru a stimula activitatea reproductivă a femelelor (Ungerfeld, 2007;
Delgadillo și colab. 2009).

INDUCEREA OVULAȚIEI ÎN TIMPUL ANESTRU SEZONIER LA OAVE ȘI CAPRE

Efectul masculin este utilizat pentru a induce ovulația, estrusul și, prin urmare, sarcinile în afara sezonului la oi și capre.
Aceasta implică introducerea bruscă a berbecilor activi într-un grup de oi care au fost anterior izolate de orice contact cu berbecii. Oile răspund cu o serie de modificări neuroendocrine, inclusiv creșteri ale kisspeptinei, GnRH și, prin urmare, ale pulsatilității LH, ceea ce stimulează dezvoltarea foliculară (Fig. 15.1). În plus, feedback-ul negativ al estradiolului pe axa hipotalamo-hipofizară este inversat (Fig. 15.2). Secreția de LH poate crește încă de la 10 minute după introducerea berbecilor, iar la multe oi apare o creștere bruscă a LH la aproximativ 30 de ore după această introducere, ceea ce induce ovulația (Fig. 15.3). Această ovulație nu este însoțită de...

estrus la oi (ovulație silențioasă), dar apare și la capre.
La unele femele se formează un corp galben normal, care regresează după aproximativ 13-14 zile la ovine, sau 16-17 zile la caprine, și are loc apoi o nouă ovulație însoțită de estrus (fig. 15.4 și 15.5). La alte femele, după prima ovulație, se formează un corp galben subnormal, care secretă niveluri foarte scăzute de progesteron și regresează după 4-5 zile, urmat de o nouă ovulație fără estrus la ovine, dar cu estrus la caprine, ceea ce dă naștere unui corp galben de o durată similară cu cea normală.

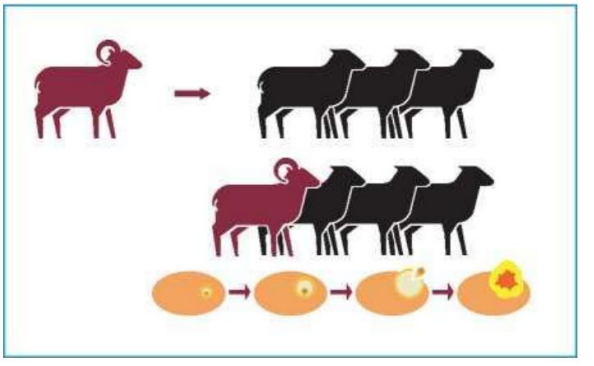


FIGURA 15.1. Introducerea bruscă a berbecilor la oile aflate în anestrus induce dezvoltarea foliculară, ovulația și formarea corpului galben.

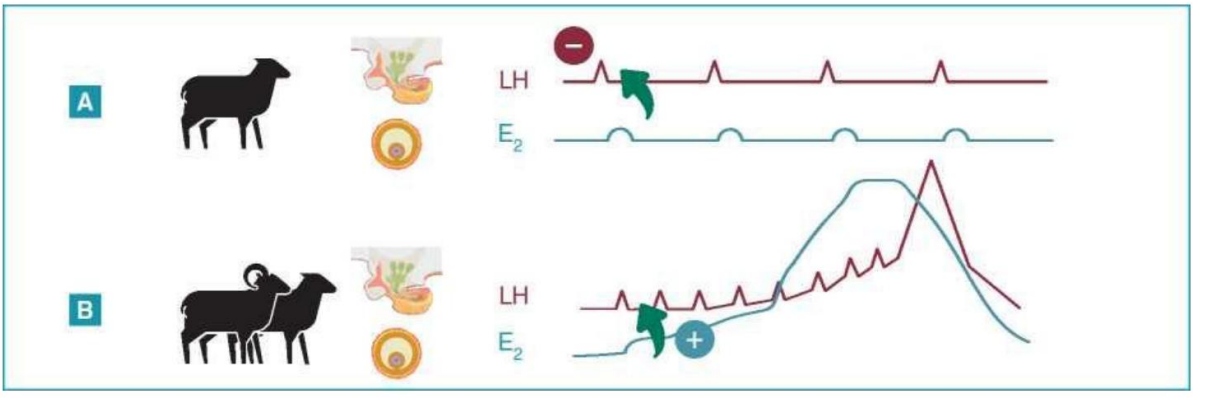


FIGURA 15.2. A: Estrogenii (albastru) inhibă secreția de hormon luteinizant (LH) (roșu) la oile anestre. B: Introducerea berbecilor inversează această inhibiție și stimulează direct activitatea axei hipotalamo-hipofizari. E2: estradiol.

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 15

Machine Translated by Google

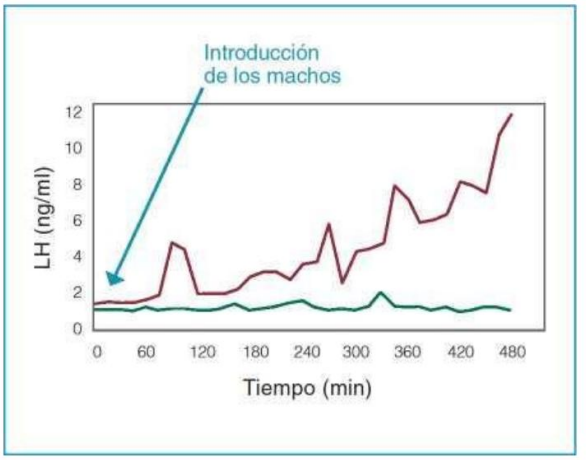


FIGURA 15.3. Secreția hormonului luteinizant (LH) în timpul celor 8 ore anterioare introducerii masculilor (verde) și în următoarele 8 ore (roșu).

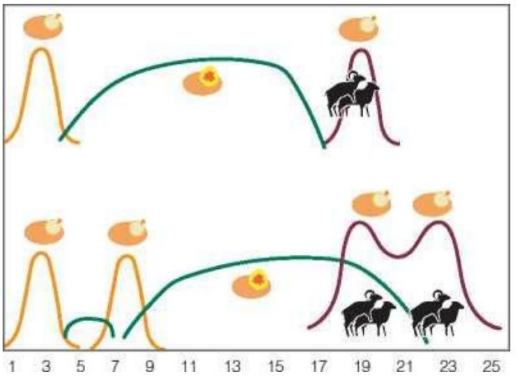


FIGURA 15.4. Ovulații fără estrus (portocaliu) și cu estrus (roșu) și concentrații de progesteron (verde) după introducerea berbecilor într-un grup de oi aflate în anestrus.

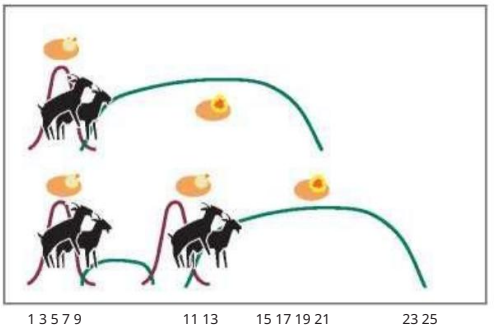


FIGURA 15.5. Ovulații cu estrus (roșu) și concentrații de progesteron (verde) după introducerea iezilor masculi într-un grup de capre aflate în anestrus.

CĂI DE STIMULARE

Masculii stimulează activitatea ciclică a femelelor prin diverse căi, dar importanța relativă a fiecăreia variază în funcție de rasă, condiția corporală, apropierea de începutul sezonului de reproducere etc. Aceste semnale sunt dependente de androgeni, așa că masculii castrați tratați cu androgeni pot fi utilizați pentru a induce efectul masculin. Masculii produc secreții eliberate de glandele sebacee și sudoripare ale pielii, care sunt conținute în lâna sau părul lor. Prin urmare, este posibilă stimularea ovulației la oi cu lână de berbec plasată în măști (fig. 15.6, 15.7 și 15.8) (Ungerfeld, Ramos și González-Pensado, 2007). Indiciile vizuale și comportamentale joacă, de asemenea, un rol.

FIGURA 15.6. Așezarea lânii proaspăt tunse de la un berbec în măști.

FIGURA 15.7 Oi Anestrus stimulate cu măști de lână berbeci.

Machine Translated by Google

FIGURA 15.8. Oi Anestrus stimulate cu miros de lână de berbec.

CARACTERISTICI ALE MASCULILOR

Berbecii sau caprele masculi suferă, de asemenea, schimbări sezoniere, așa că este important ca acestea să poată stimula femelele. Acestea sunt, de asemenea, stimulați de femele, în special dacă acestea sunt în călduri (Ungerfeld și Silva, 2004), ceea ce poate fi folosit pentru a le face mai active atunci când sunt puse împreună cu ele.

Prezența oilor în estrus, în același timp cu introducerea berbecilor, permite un răspuns mai mare la oile anestre (Rodríguez-Iglesias, Irazoqui și Ciccioli, 1992). La capre, aplicarea de tratamente ușoare masculilor pentru a asigura un nivel ridicat de activitate atunci când sunt introduși la oi crește semnificativ numărul de oi care răspund (Delgadillo, 2009).

și colab.

PRETRATAMENTE CU PROGESTINE

Prima ovulație la oi nu este însoțită de estrus, din cauza lipsei unui impact prealabil al progesteronului. Prin urmare, dacă implanturile care eliberează progesteron sau alt progestin sunt aplicate înainte de introducerea berbecilor, ovulația este însoțită de estrus la majoritatea femelelor (Fig. 15.9) (Ungerfeld 2003).

i al.,

În plus, administrarea a 20 mg de progesteron în momentul introducerii masculilor elimină fazele luteale.

scurt, ceea ce permite concentrarea geloziei la 17-19 sau 21-23 de zile de efect masculin la ovine, respectiv caprine.

UTILIZAREA EFECTULUI MASCULIN ÎN ALTE SITUAȚII FIZIOLOGICE ÎN RUMEGĂTOARE MICI

Efectul masculin induce, de asemenea, o creștere a pulsatilității LH la femelele prepubertale, cu condiția să fi atins o greutate minimă. Acest lucru permite o pubertate mai timpurie sau chiar inducerea pubertății în timpul anestrului sezonier, dacă nu au avut cicluri menstruale în prima toamnă din cauza greutății.

Deși informațiile sunt limitate, s-a demonstrat, de asemenea, că această metodă poate fi utilizată pentru a induce ovulația la oile postpartum, atât în timpul, cât și în afara sezonului de reproducere. În acest caz, este important să se ia în considerare intervalul postpartum, dar și starea corporală a animalelor, deoarece rezervele corporale scad atât la oi, cât și la capre în perioada postpartum și în timpul lactației.

BIOSTIMULAREA LA BOVINE

Deși studiile au arătat că introducerea masculilor promovează și ciclicitatea la femelele prepubertale sau în timpul anestrului postpartum, impactul pozitiv este mult mai mic decât la rumegătoarele mici. Deși secreția de LH crește și ea, aceasta apare într-un mod mult mai dispersat, ceea ce înseamnă că nu toate femelele răspund, iar cele care răspund răspund treptat și asincron. Deși rezultatele sunt în general pozitive, răspunsul este mai puțin dramatic decât la rumegătoarele mici. Unele studii au obținut un răspuns similar cu tauri, masculi castrați tratați cu androgeni sau chiar femele androgenizate, ceea ce simplifică aplicarea practică a acestui instrument în operațiunile comerciale.

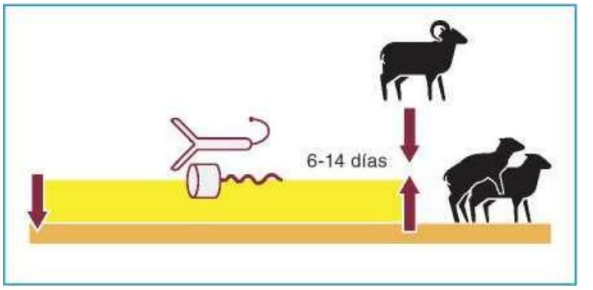


FIGURA 15.9. Dacă oile sunt tratate cu progesteron sau alte dispozitive care eliberează progesteron înainte de introducerea berbecilor, acestea prezintă estrus la prima ovulație. Dispozitivele rămân la locul lor.

Machine Translated by Google

perioada indicată cu o bară galbenă.

Machine Translated by Google

EFECTUL MASCULIN LA PORC

Contactul cu vierii avansează pubertatea la scrofițe, ceea ce are și un impact practic semnificativ asupra reducerii perioadelor neproductive. Contactul cu vierii timp de 30 de minute pe zi avansează pubertatea la scrofițele bine dezvoltate, proces mediat și de o creștere a pulsatilității LH. Avansul este mai mare atunci când contactul are loc de trei ori pe zi și, de asemenea, când se utilizează vieri cu libido mai mare.

O caracteristică unică a porcilor este aceea că o singură moleculă joacă un rol central în stimulare: vierii eliberează androstenonă, un androgen, în mediu, ceea ce este esențial pentru stimulare. În plus, există produse comerciale disponibile pentru stimularea scrofițelor folosind un spray care eliberează acest feromon, cu rezultate promițătoare.

REFERINȚE

1. Delgadillo JA, Gelez H, Ungerfeld R, Hawken PAR, Martin GB. O revizuire a dogmelor din jurul mecanismelor implicate în efectul masculin la ovine și caprine. BehavBrain Res. 2009;200:304-314.

2. Rodriguez-Iglesias RM, Irazoqui H, Ciccioli N. Răspunsul oilor Corriedale anovulare la țipăturile din primăvară. Small Rumin Res. 1992;6:315-322.

3. Ungerfeld R. Semnalizarea socio-sexuală și funcția gonadică: Oportunități pentru gestionarea reproducerii la rumegătoarele domestice. Autor: Juengel JI, Murray JF, Smith MF (ed.). Reproducerea la rumegătoarele domestice VI. Nottingham (Regatul Unit): Nottingham University Press; 2007. p. 207-221.

4. Ungerfeld R, Ramos MA, González-Pensado SP. Efectul berbecului: berbecii adulți induc un răspuns reproductiv mai mare la oile anestre decât la berbecii de un an. Anim Rep Sci. 2007;103:271-277.

5. Ungerfeld R, Silva L. Efectul oii: modificări endocrine și testiculare la berbecii Corriedale adulți și tineri utilizați ca insecte de mânuire. Anim Rep Sci. 2004;80:251-259.

6. Ungerfeld R, Suárez G, Carbajal B, Silva L, Laca M, Forsberg M, Rubianes E. Amorsări cu medroxiprogesteron și răspuns la efectul berbecului la oile Corriedale în afara sezonului de reproducere. Theriogenology. 2003;60:35-45.

Machine Translated by Google

Influențele dietei asupra reproducerii

Luis Ángel Zarazaga

Nutriția este unul dintre principalii factori de mediu care modulează diferite aspecte ale funcției reproductive, cum ar fi vârsta la pubertate, ratele de ovulație, fertilitatea, mortalitatea și prolificitatea embrionară, durata anestrului sezonier, creșterea testiculară și funcția spermatozoizilor, atât la animalele domestice, cât și la cele sălbatice. La majoritatea animalelor domestice, există o relație clară între diferiții parametri care măsoară starea nutrițională a animalului, cum ar fi bilanțul energetic, greutatea vie și condiția corporală, precum și funcția reproductivă. În general, animalele cu o greutate sau o condiție corporală mai mare sau cele care sunt mai bine hrănite prezintă rezultate reproductive mai bune.

Încă din secolul al XIX-lea, Youatt (1837) a observat că oile cu rezerve corporale mai mari sau cu o nutriție mai bună aveau un procent mai mare de nașteri de gemeni. Acest lucru se datorează faptului că rezervele corporale și nutrienții alimentari influențează căile metabolice care permit animalelor să își exprime potențialul reproductiv. Aceste căi sunt complexe și, în majoritatea cazurilor, nu sunt încă pe deplin înțelese. De exemplu, semnalele metabolice care determină activarea axei hipotalamo-hipofizare, ceea ce duce la activarea generatorului de impulsuri LH, sunt doar parțial înțelese.

Numeroși hormoni și metaboliți dintr-o mare varietate de organe și țesuturi par a fi implicați în medierea efectelor nutriției asupra reproducerii.

EFECTELE NUTRIȚIEI ASUPRA REPRODUCERE

Nutriția modulează funcția reproductivă acționând asupra diferitelor aspecte. Are un efect clar asupra debutului funcției reproductive sau pubertății, în principal prin efectul său asupra greutății vii a animalului și a nivelului rezervelor corporale.

La majoritatea speciilor de animale, pubertatea este atinsă atunci când animalele au atins aproximativ 40-65% din capacitatea lor reproductivă. greutatea lor vie la vârsta adultă. De asemenea, acumularea rezervelor corporale pare a fi foarte importantă. La capre, s-a observat că nivelul rezervelor corporale este un factor determinant la vârsta pubertății, deoarece, chiar dacă caprele prepubertale pot fi atins un procent suficient din greutatea lor adultă, Adulții vii nu încep pubertatea dacă nu au rezerve corporale suficiente (Gallego-Calvo) și alții, 2015).

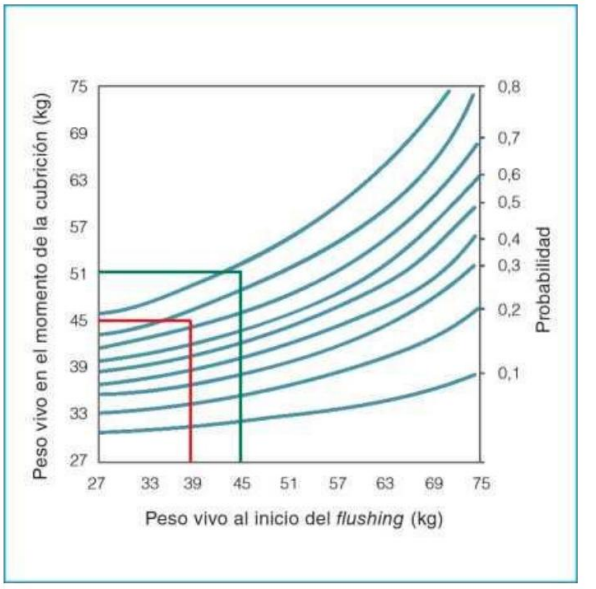


FIGURA 16.1. Probabilitatea obținerii ovulației multiple la oi în funcție de greutatea vie la se produce o modificare în momentul înroșirea feței începutul perioadei Perendale, atunci când înroșirea y împerecherii. Linia indică momentul în care nu există modificări ale greutății vii. De exemplu: trecerea de la 39 kg la 45 kg crește probabilitatea obținerii ovulației multiple cu 70% (linii roșii), în timp ce trecerea de la 45 kg la 51 kg o crește cu peste 80% (linii verzi).

(Modificat după Rattray) i al, 1980).

Există, de asemenea, un consens unanim în literatura de specialitate cu privire la efectul pozitiv pe care îmbunătățirea nutriției, și invers, îl are asupra ratelor de ovulație, mortalității embrionare și prolificității. De exemplu, perioade scurte de hrănire îmbunătățită înainte de împerechere la animalele cu rezerve corporale scăzute sunt suficiente pentru a îmbunătăți rata de ovulație, a crește probabilitatea ovulației multiple (Fig. 16.1), a reduce mortalitatea embrionară și a crește proporția nașterilor multiple (Tabelul 16.1). Această practică de management, cunoscută sub numele de îmbunătățirea hranei, este utilizată pe scară largă atât la rumegătoarele mici, cât și la porcine pentru a îmbunătăți înroșirea feței rezultatele.

Machine Translated by Google

reproductiv. Constă într-o suplimentare nutrițională de aproximativ 17 zile la rumegătoarele mici și de aproximativ 8 zile la porci înainte de împerechere și care trebuie prelungită cu aproximativ două săptămâni după împerechere la femelele rumegătoarelor mici care prezintă o deficiență.

stările rezervării.

În mod similar, s-a demonstrat că animalele cu o greutate vie/stare corporală mai mare sau care sunt mai bine hrănite cresc prolificitatea (Fig. 16.2), rata de gestație și răspunsul la efectul masculului.

TABELUL 16.1. Efectul efectuării unei spălări asupra diferiților parametri reproductivi la diferite specii de animale.

Parametru	Specii	Spălare	Controla	P.	Referin ă
	Porcin				
Rata ovulației (numărul de corpuri luteale)		15-17	13,8	<0,01	Moore și colab. 1973
	Oaie				
Rata ovulației (numărul de corpuri luteale)		1,60	1,35	<0,05	Averill, 1952
Probabilitatea de a obține ovulații multiple (%)		62,5	34,5	<0,05	Averill, 1952
	Brânză de capră				
Rata ovulației (numărul de corpuri luteale)		1,6	1,0	<0,05	Din Santiago-Miramontes și colab., 2008

Machine Translated by Google

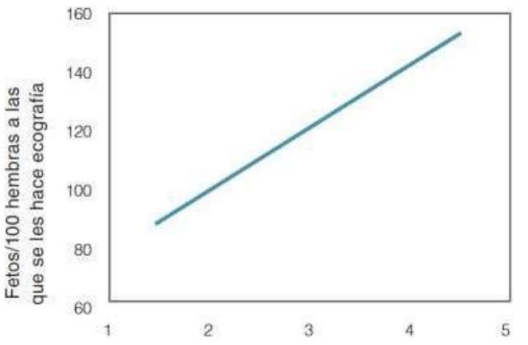


FIGURA 16.2. Variația numărului de fetuși observați ecografic în funcție de starea corporală a oilor la momentul împerecherii.
(Adaptat de pe www.lifetimewool.com.au).

Nutriția poate modifica, de asemenea, durata perioadei activității reproductive sau a perioadei de anestrus sezonier: animalele cu o nutriție mai bună, care implică, în general, o greutate vie mai mare și rezerve corporale mai mari, prezintă un anestrus sezonier mai scurt. Acest lucru se poate datora fie unui debut mai timpuriu, fie unei încetări mai târzii a activității reproductive (Gallego-Calvo 2014).

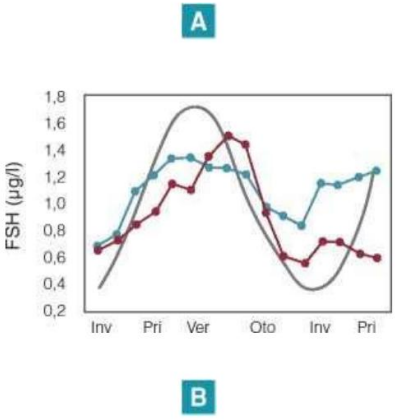
colab.alții și

Atunci când dieta este de o calitate mai slabă sau nevoile nu sunt satisfăcute, activitatea reproductivă a masculului este, de asemenea, afectată, rezultând o concentrație mai scăzută de testosteron, testicule mai mici și o producție mai scăzută de spermatozoizi (Walkden-Brown 1994) (fig. 16.3).

colab. alții și

În mod similar, o nutriție îmbunătățită permite masculilor din speciile sezoniere să aibă un libido mai mare pe tot parcursul anului și să obțină procente mai mari de ejaculare și o calitate mai bună a spermei în timpul perioadei de anestre sezoniere (Zarazaga

colab.alții și 2009).



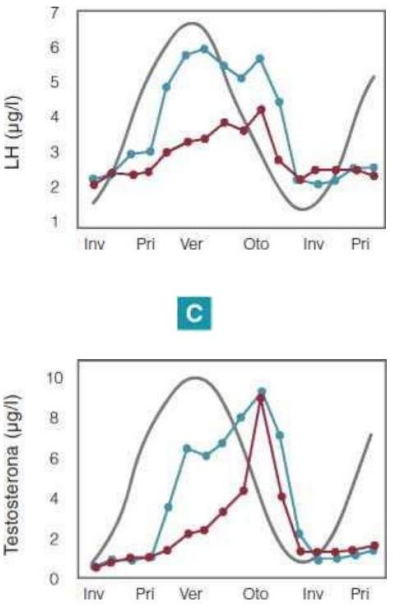


FIGURA 16.3. Evoluția concentrațiilor de hormoni foliculari FSH (FSH) (A), hormon luteinizant (LH) (B) și testosteron (C) la capre masculi hrănite cu o dietă de calitate scăzută (roșu) sau o dietă de calitate superioară (albastru). Linia gri indică fotoperioada naturală.
(Modificat după Walkden-Brown 1994 și al.,

MEDIATORI AI NUTRIȚIEI PE REPRODUCERE

Rolul nutriției în reproducere este extrem de complex, implicând numeroase mecanisme și mediatori care acționează, în general, asupra axei hipotalamo-hipofizare, modificând secreția de gonadotropină. Sistemul nervos central este punctul final de integrare a stării nutriționale, deși „senzorul metabolic" pare a fi localizat în nucleul arcuat și eminența mediană, unde se găsesc receptorii de leptină și insulină și celulele producătoare de kisspeptină (Chilliard, Delavaud și Doreau, 2005; Estrada, 2006).

ție

La rumegătoarele mici, mai mulți metaboliți din sânge sunt limitanți la animalele subnutrite, cum ar fi glucoza, acizii grași neesterificați și β-hidroxibutiratul (Chilliard, Bocquier și Doreau, 1998). În plus, glucoza și insulina pot modula secreția de GnRH/LH (Ohkura, 2004).

și colab.

În mod similar, există o serie de hormoni a căror secreție poate fi modificată în funcție de starea nutrițională, cum ar fi insulina, IGF-1, hormonul tiroidian T3 și leptina.

Machine Translated by Google

Majoritatea sunt legate de rezervele de energie și acționează la nivel reproductiv. Astfel, atât insulina, cât și IGF-1 și T3 acționează direct asupra gonadelor (Gong, Bramley și Webb, 1991; Shi și Barrell, 1992).

În ultimii ani, interesul pentru leptină, secretată de țesutul adipos și strâns legată de nivelurile de hrănire, a crescut. Aceasta reflectă starea rezervei energetice a animalului. În condiții de hrănire redusă, nivelurile de leptină scad, iar animalul o folosește ca semnal metabolic pentru a inhiba activitatea axei hipotalamo-hipofizo-gonadale. Unul dintre rolurile sale principale este de a promova dezvoltarea reproductivă prin inducerea debutului pubertății (Smith și Clarke, 2010). În mod similar, neuropeptida Y pare să medieze între subnutriție și generatorul de impulsuri GnRH din hipotalamus. Atunci când animalele sunt subnutrite, există o reducere a generatorului de impulsuri GnRH și o activare a regiunilor hipotalamice care conțin neuroni ce produc neuropeptida Y (Ichimaru, Mori și Okamura, 2001).

În ultimii ani, kisspeptina a câștigat o importanță semnificativă, deoarece poate funcționa ca un „senzor metabolic”, integrând semnale periferice și reglând generarea de impulsuri GnRH (Blache și Martin, 2009). Implicarea sa în debutul pubertății a fost demonstrată (Smith 2005; Estrada 2006), kisspeptina din nucleul arcuat controlând feedback-ul pozitiv și negativ al estrogenului (Smith 2008). Feedback-ul pozitiv induce o creștere preovulatorie a LH și crește producția de kisspeptină în nucleul arcuat (Estrada 2006). În timpul anestrului, se produce efectul opus; kisspeptina pare să fie influențată și de fotoperioadă, astfel încât în zilele scurte (8 ore de lumină) producția de kisspeptină este mai mare, decât în zilele lungi (16 ore de lumină) (Wagner 2008).

În cele din urmă, grelina este un hormon produs de stomac, sau de abomasum la rumegătoare, care semnalează creierului animalului când să se hrănească; concentrațiile sale cresc înainte de masă și scad după aceea.

Machine Translated by Google

după masă. Pe lângă stimularea apetitului, acționează asupra țesutului adipos, favorizând acumularea de grăsime viscerală.

Prin urmare, se poate concluziona că integrarea Efectele nutriției asupra reproducerii reprezintă un sistem foarte complex care implică un număr mare de actori/etape intermediare care fac dificilă interpretarea (fig. 16.4).

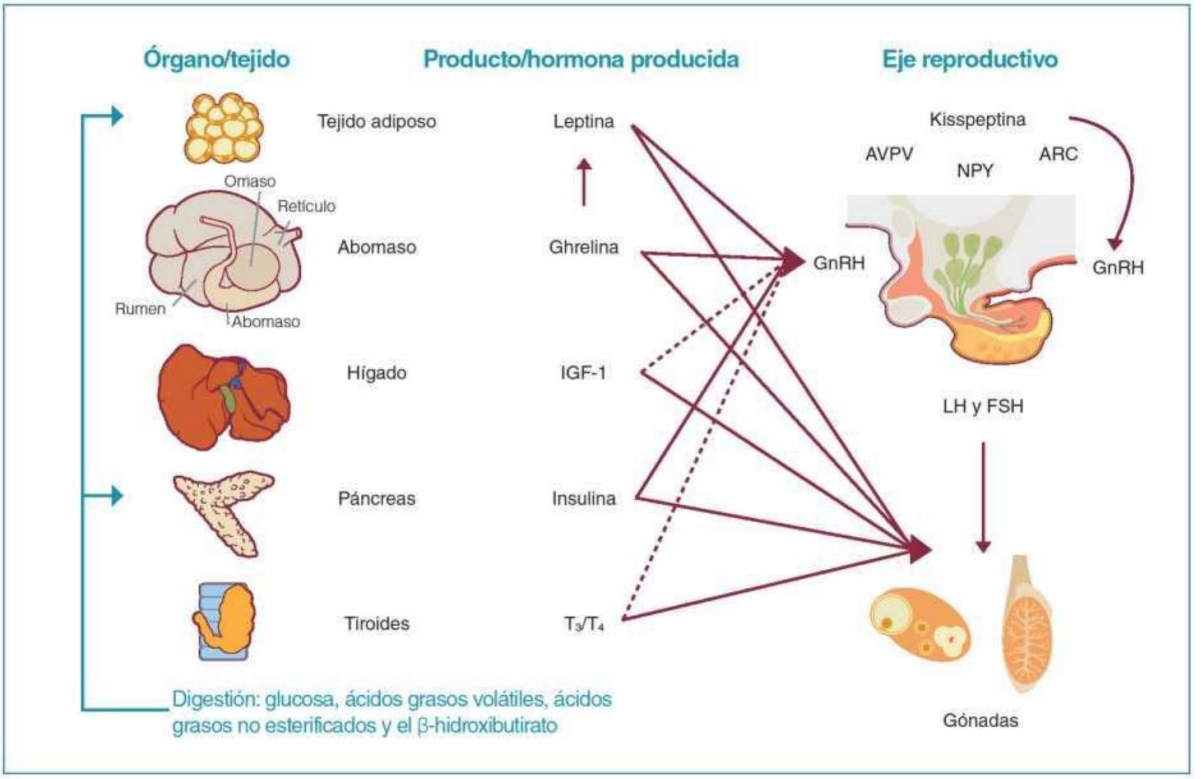


FIGURA 16.4. Rezumat simplificat al posibilelor acțiuni ale nutriției și metabolismului asupra axei reproductive. Kisspeptina este secretată direct în nucleul paraventricular anteroventral și în nucleul arcuat și își exercită acțiunea asupra secreției hormonului de eliberare a gonadotropinei (GnRH).
Liniile punctate indică efecte posibile, dar nedovedite. IGF-1: factor de creștere asemănător insulinei 1; T3: triiodotironină; T4: tiroxină; AVPV: nucleu paraventricular anteroventral; ARC: nucleu arcuat; NPY: neuropeptidă Y. (Adaptat după Rosales Nieto, Thompson și Martin, 2018).

REFERINȚE

1. Averill RLW. Efectele fiziologice ale spălării oilor asupra ovulației și supraviețuirea embrionilor [teză]. Universitatea din Noua Zeelandă; 1952.
2. Blache D, Martin GB. Hrănire concentrată pentru îmbunătățirea performanței reproductive la oi și capre, masculi și femele - Cum funcționează și strategii de utilizare. Ecologia nutrițională și de hrănire a oilor și caprelor. Opțiuni Mediterr. 2009;A/85:351-364.
3. Chilliard Y, Bocquier F, Doreau M. Adaptări digestive și metabolice ale rumegătoarelor la subnutriție și consecințele asupra reproducerii. Reprod Nutr

Machine Translated by Google

Dev. 1998;38:131-152.

4. Chilliard Y, Delavaud C, Bonnet M. Expresia leptinei la rumegătoare: Reglări nutriționale și fiziologice în relație cu metabolismul energetic. Domest Anim Endocrinol. 2005;29:3-22.

5. De Santiago-Miramontes MA, Rivas-Muñoz R, Muñoz-Gutiérrez M, Malpaux B, Scaramuzzi RJ, Delgadillo JA. Rata ovulației la femelele de capre anoestre gestionate în condiții de pășunat și expuse efectului mascul este crescută prin suplimentarea nutrițională. Anim Reprod Sci. 2008;105:409-416.

6. Estrada KM, Clay CM, Pompolo S, Smith JT, Clarke IJ. KiSS-1 crescut expresia în nucleul arcuat înainte de creșterea ciclică preovulatorie a hormonului de eliberare a gonadotrofinei/hormonului luteinizant la oaie sugerează un rol stimulator al kisspeptinei în feedback-ul pozitiv pentru estrogen. J Neuroendocrinal. 2006;18:806-809.

7. Gallego-Calvo L, Gatica MC, Guzmán JL, Zarazaga LA. Rolul scorului condiției corporale și al greutății corporale în controlul reproducerii sezoniere la caprele Blanca Andaluza. Anim Reprod Sci. 2014;151:157-163.

Machine Translated by Google

8. Gallego-Calvo L, Gatica MC, Celi I, Guzmán JL, Zarazaga LA. Scorul condiției corporale este un factor critic care determină debutul pubertății la capra femelă Blanca Andaluza. copii. Anim Prod Sci. 2015;55:1179-1183.

9. Gong JG, Bramley T, Webb R. Efectul somatotropinei bovine recombinante asupra funcției ovariene la juninci: populații foliculare și hormoni periferici. Biol Reprod. 1991;45:941-949.

10. Ichimaru T, Mori Y, Okamura H. Un posibil rol al neuropeptidei Y ca mediator al subnutriției la nivelul pulsului hormonului de eliberare a gonadotrofinei hipotalamice generator la capre. Endocrinologie. 2001;142:2489-2498.

11. Moore CP, Dutt RH, Hays VW, Cromwell GL. Influența spălării de o zi sau convenționale asupra ratei de ovulație și a dimensiunii puilor la 28 de zile de gestație la scrofițe. J Anim Sci. 1973;37:734-738,

12. Ohkura S, Ichimaru T, itoh F, Matsuyama S, Okamura H. Dovezi suplimentare privind rolul glucozei ca regulator metabolic al activității generatorului de impulsuri al hormonului de eliberare a gonadotropinei hipotalamice la capre. Endocrinology. 2004;145:3239-3246.

13. Rattray PV, Jagusch, KT, Smith JF, Winn GW, Maclean KS. Reacții de înroșire a pielii la oile grele și ușoare. Proc NZ Soc Anim Prod. 1980;40:34-37.

14. Rosales Nieto CA, Thompson AN, Martin GB. O nouă perspectivă asupra gestionării debutului pubertății și a performanței reproductive timpurii la mielușele: o analiză. Anim Prod Sci. 2018;58:1967-1975.

15. Shi ZD, Barrell, GK. Necesitatea funcției tiroidiene pentru exprimarea modificărilor reproductive sezoniere și a celor conexe la cerbii de cerb roșu (Cervus elaphus). J Reprod Fert. 1992;94:251-259.

16. Smith JT, Clarke IJ. Reproducerea sezonieră ca model neuroendocrin pentru pubertatea la ovine. Mol Cell Endocrinol. 2010;324:102-109.

17. Smith JT, Coolen LM, Kriegsfeld LJ, Sari IP, Jaafarzadehshirazi MR, Maltby M, Bateman K, Goodman RL, Tilbrook AJ, Ubuka T, Bentley GE, Clarke IJ, Lehman MN. Variația expresiei kisspeptinei și peptidei legate de RFamidă (RFRP) și a conexiunilor terminale cu neuronii hormonului de eliberare a gonadotropinei din creier: un mediu nou pentru reproducerea sezonieră la ovine. Endocrinologie. 2008;149:5770-5782.

18. Smith JT, Cunningham MJ, Rissman EF, Clifton DK, Steiner RA. Reglarea expresiei genei Kiss1 în creierul femelei de șoarece. Endocrinologie. 2005;146:3686-3692.

19. Wagner GC, Johnston JD, Clarke IJ, Lincoln GA, Hazlerigg DG. Redefinirea limitelor de răspuns la durata zilei la un mamifer sezonier. Endocrinologie. 2008;149:32-39.

20. Walkden-Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ, Martin GB. Efectul nutriției asupra modelelor sezoniere ale concentrației de LH, FSH și testosteron, testicular masa, volumul glandelor sebacee și mirosul caprelor de cașmir australiene. J Reprod Fertil. 1994;102:351-360.

21. Youatt W. Oi: Rasele, gestionarea și bolile lor. Londra: Baldwin și Craddock; 1837.

22. Zarazaga LA, Guzmán JL, Domínguez C, Pérez MC, Prieto R. Efectele sezonului și ale nivelului de hrănire asupra activității reproductive și calității spermei la caprele Payoya. Teriogenologie. 2009;71:1316-1325.

Machine Translated by Google

Efectele stresului asupra reproducerii

Rodolfo Ungerfeld

Stresul implică răspunsurile animalelor la provocări semnificative sau schimbări de diferite tipuri, fie în mediul lor, fie în fiziologia lor, care necesită restabilirea echilibrului de bază ce permite diferitelor sisteme să funcționeze într-un mod integrat. În unele situații, provocarea este atât de intensă încât animalele nu pot restabili cu ușurință acest echilibru, ceea ce poate avea consecințe asupra sănătății lor și, în cazuri extreme, poate duce la moartea lor.

Prin urmare, menținerea echilibrului dinamic al mediului intern poate necesita redefinirea priorităților în cadrul organismului, ceea ce implică faptul că unele sisteme sunt prioritizate față de altele.

Este important să se ia în considerare faptul că provocările, sau factorii de stres, diferă pentru fiecare animal și provoacă răspunsuri diferite în funcție de modul în care sunt percepute. În acest sens, specia, individul, starea sa fiziologică și, de asemenea, starea sa emoțională sunt factori determinanți în perceperea unui eveniment ca fiind stresant. Intensitatea răspunsului unui animal este legată de capacitatea sa de a prezice și controla provocarea, precum și de experiența sa anterioară cu acel factor de stres. Este important să se țină cont de acest lucru, deoarece multe situații pe care cei responsabili de animale nu le consideră stresante pot fi stresante pentru animalele însele.

RĂSPUNSUL LA STRES

Când se confruntă cu un factor de stres, animalele răspund prin activarea unei serii de mecanisme nervoase, endocrine și comportamentale care tind să restabilească echilibrul. Înțelegerea acestor mecanisme este necesară pentru a înțelege de ce pot afecta sistemul reproducător al unui animal. Răspunsul include activarea sistemului nervos simpatic, care, prin intermediul căilor nervoase, stimulează medulosuprarenale. Glandele suprarenale răspund prin secreția de catecolamine (adrenalină [epinefrină] și noradrenalină [norepinefrină]) în fluxul sanguin (Fig. 17.1). Catecolaminele produc o serie de răspunsuri care implică în principal sistemele cardiovascular și respirator (Tabelul 17.1), pe lângă modificările metabolice (Tabelul 17.2). Pe de altă parte, neuronii din nucleul paraventricular al hipotalamusului sunt activați, producând hormon de eliberare a corticotropinei (CRH), care călătorește prin sistemul portal către glanda pituitară anterioară, unde stimulează secreția de hormon adrenocorticotrop (ACTH). ACTH este secretat în circulația sistemică și stimulează cortexul suprarenal, care răspunde prin secreția de glucocorticoizi (cortizol-corticosteron) (Fig. 17.2). Glucocorticoizii induc modificări metabolice menite să crească energia disponibilă pentru a răspunde la situația stresantă (Tabelul 17.3).

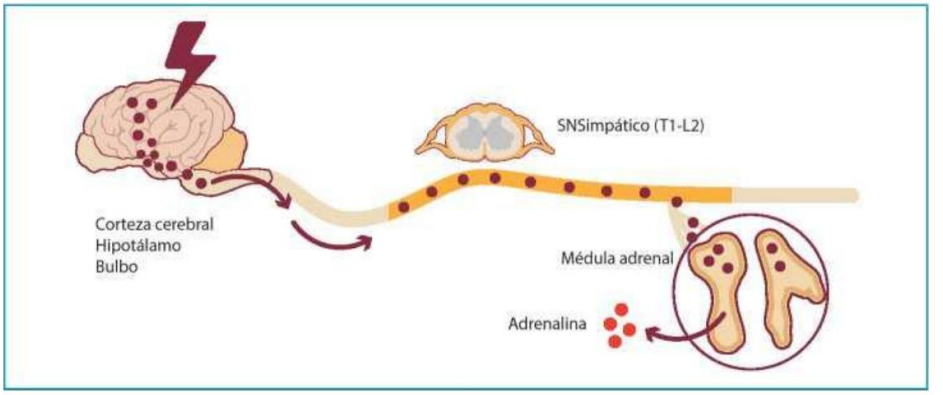


FIGURA 17.1. Modelul răspunsului la stresul simpatic.

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 17

Machine Translated by Google

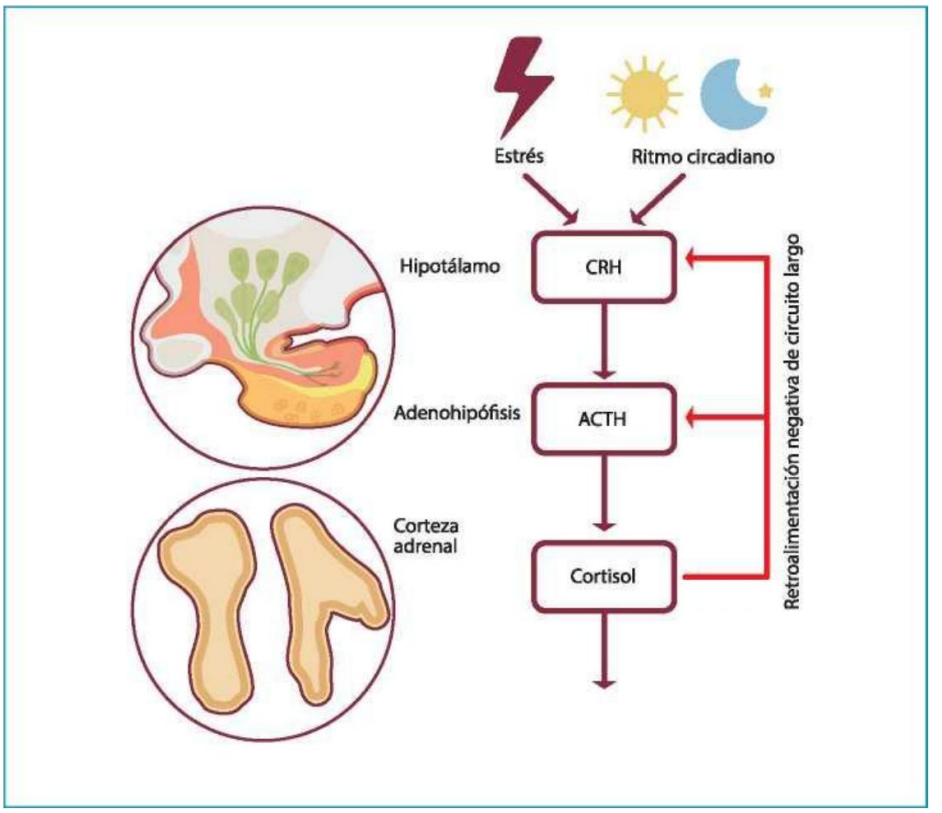


FIGURA 17.2. Modelul răspunsului la stres al axei hipotalamo-hipofizo-adrenale. CRH: hormon de eliberare a corticotropinei; ACTH: hormon adrenocorticotrop.

TABELUL 17.1. Efecte cardiovasculare și respiratorii ale catecolaminelor.

Inimă	
Creșterea ritmului cardiac	
Capacitate contractilă crescută	
Conductivitate crescută	

TABELUL 172. Principalele efecte metabolice ale catecolaminelor.

Excitabilitate crescută	
Arterele coronare	
Dilatare	

Machine Translated by Google

Artere
Presiune crescută

Arteriole

Piele și mucoase

Contrac ie

Mușchi scheletic

Dilatare

Viscere

Contrac ie

Rinichi

Contrac ie

Vénulas

Contrac ie

Bronhiole

Relaxare

Metabolism
Locul acțiunii
Efecte

Carbohidrați

Ficat
Glicogenoliză Gluconeogeneză

Mu chi

Glicogenoliză

Glicemie

Crește

Lipide
Țesut adipos
Lipoliză

Acizi grași neesterificați

Crește

TABELUL 17.3. Principalele efecte metabolice ale glucocorticoizilor.

Metabolism Locul acțiunii Efecte	
Carbohidrați	
Gluconeogeneză	Ficat
Glicemie	
Crește	
Lipide Țesut adipos	
Lipoliză	
Reducerea sintezei triacilglicerolului	
Acizi grași neesterificați	
Crește	

Machine Translated by Google

Proteine

Mușchi și alte țesuturi

Catabolismul proteinelor

Ficat

Stimularea transcripției și a sintezei proteinelor

EFECTELE STRESULUI ASUPRA REPRODUCERE

Efectele stresului asupra reproducerii animalelor depind în primul rând de intensitatea și durata factorului stresor, dar și, așa cum am menționat anterior, de modul în care animalul percepe situația. În general, se presupune că hormonii implicați în răspunsul la stres afectează secreția de GnRH și răspunsul hipofizei anterioare la aceasta și, prin urmare, secreția de gonadotropine. Deși efectele directe par a fi minore, scăderea secreției de gonadotropine afectează și gonadele.

La femele, stresul poate inhiba ovulația și comportamentul sexual și, prin urmare, fertilitatea și eficiența reproductivă (Ralph 2016). Breen și Karsch (2006) au demonstrat că pulsatilitatea LH scade la oile ovariectomizate atunci când nivelurile de cortizol cresc, ceea ce implică faptul că mecanismul este cel puțin parțial independent de secreția de steroizi ovariani. Cortizolul ar acționa în principal prin reducerea secreției de GnRH și a sensibilității adenohipofizare la GnRH (recenzie: Ralph 2016). În plus, la unele specii, s-a demonstrat că, dacă factorul de stres acționează în timpul fazei foliculare, acesta inhibă creșterea bruscă a LH și, prin urmare, ovulația. Mai mult, administrarea repetată de i al., ACTH a afectat dezvoltarea foliculară la capre (Endo 2018).

ție

La bărbați, se presupune, de asemenea, că glucocorticoizii inhibă secreția de GnRH, sensibilitatea glandei pituitare anterioare la acest hormon și, în cele din urmă, secreția de gonadotropină. Prin urmare, secreția de testosteron este afectată, cu toate implicațiile pe care le implică acest lucru (vezi Capitolul 10). Dacă stresul este foarte intens sau dacă situația stresantă persistă, aceasta poate afecta libidoul și producția de spermă.

CÂTEVA EXEMPLE DE EFECTE

EFECTELE NEGATIVE ALE STRESULUI ASUPRA REPRODUCERE

Așa cum am menționat anterior, animalele pot percepe procedurile de manipulare de rutină, fie că sunt efectuate în ferme sau ca animale de companie, ca situații stresante. O schimbare a mediului, a grupului social, a dietei sau a climei poate fi un eveniment extrem de stresant.

Evenimente precum transportul, manipularea cu câini, tunderea sau izolarea oilor sau integrarea într-un alt grup social produc răspunsuri la stres care pot influența starea reproductivă prin afectarea secreției pulsatile de GnRH și LH (recenzie: Dobson 2012), deși încă se cunosc puține lucruri despre multe dintre aceste efecte.

și alții,

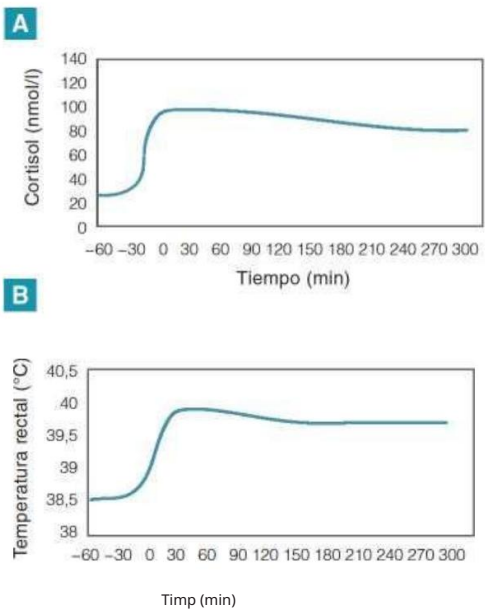


FIGURA 173. Creșterea cortizolului (A) și a temperaturii rectale (B) după amestecarea a două grupuri de capre masculi. (Modificat după Giriboni i al, 2014).

De exemplu, Consiliul Europei (1988) recomandă să nu se introducă tauri într-un grup predefinit, deoarece acest lucru sporește agresivitatea prin definirea unei noi ierarhii, ceea ce poate afecta sănătatea și performanțele lor reproductive.

Machine Translated by Google

De exemplu, Giriboni (2015) a demonstrat că, după reunirea unor grupuri de masculi et al. de capră necunoscuți anterior, secreția de cortizol și temperatura corpului au crescut acut (Fig. 17.3). Cu toate acestea, deoarece efectele au persistat, stresul a devenit cronic, iar greutatea și dimensiunea testiculelor au scăzut în zilele următoare (Fig. 17.4).

Stresul cronic are ca rezultat o calitate mai scăzută a spermei, care rămâne scăzută timp de cel puțin o lună (fig. 17.5). În mod similar, Lacuesta și Ungerfeld (2012) au demonstrat că punerea laolaltă a unor berbeci necunoscuți declanșează o creștere puternică a cortizolului (Fig. 17.6), asociată cu o scădere a testosteronului în zilele următoare (Fig. 17.7). În aceste exemple, este important de subliniat faptul că răspunsul acut la stres a afectat starea reproductivă, dar, în plus, pe măsură ce situația stresantă a persistat timp de mai multe zile, variabilele reproductive au fost afectate mai pronunțat și mai sustenabil. În aceste exemple, intensitatea factorului stresor scade pe măsură ce ierarhia se stabilizează și agresivitatea diminuează, dar dacă o situație de stres cronic persistă, starea reproductivă poate fi afectată mai intens și pentru o perioadă mai lungă, ducând chiar la infertilitate.

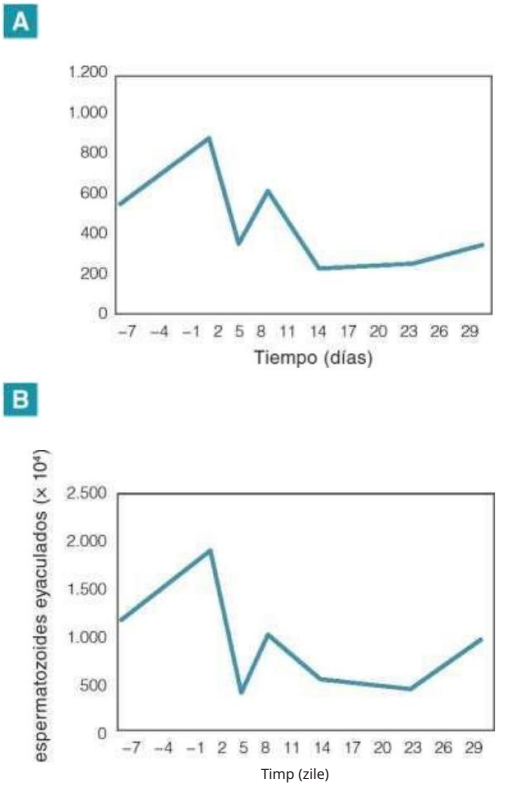


FIGURA 175. Concentrația și cantitatea totală de spermatozoizi din ejaculat după împerecherea a două grupuri de capre masculi. Rețineți că efectul durează câteva zile. (Modificat după Giriboni 2014). și alții,

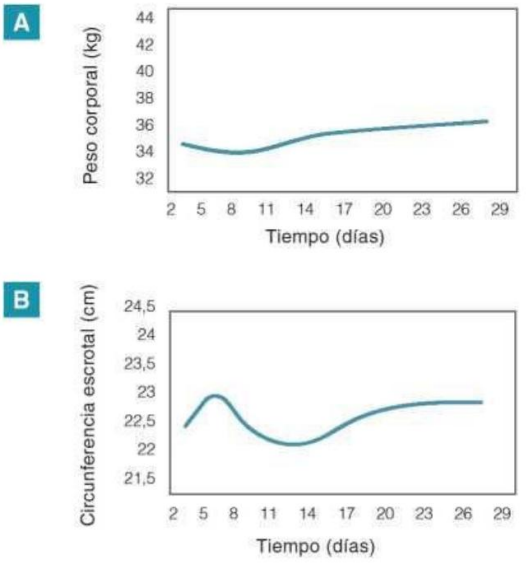


FIGURA 174. Scădere rapidă a greutății corporale și a dimensiunii testiculelor după ce două grupuri de capre masculi sunt adunate. (Modificat după Giriboni) și colab. 2014).

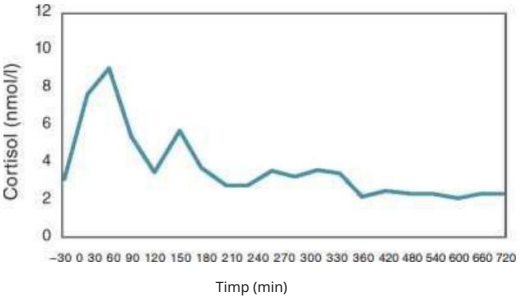


FIGURA 176. Creșterea nivelului de cortizol după împerecherea berbecilor necunoscuți. (Modificat după Lacuesta și Ungerfeld, 2012).

Machine Translated by Google

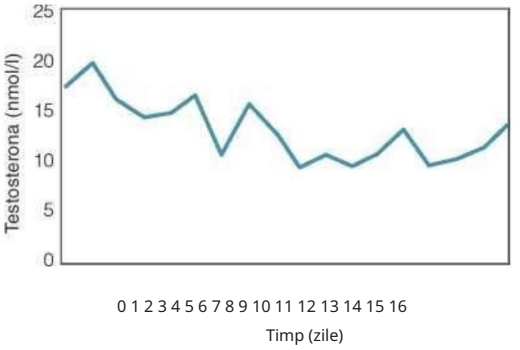


FIGURA 17.7. Scăderea nivelului de testosteron după introducerea unor substanțe necunoscute. Rețineți că efectul durează câteva zile. (Modificat din Lacuesta și Ungerfeld, 2012).

REFERINȚE

1. Breen KM, Karsch FJ. Noi perspective asupra glucocorticoizilor, stresului și supresiei gonadotropinei. Front Neuroendocr. 2006;27:233-245.
2. Consiliul Europei. Recomandări adaptate de comitetul permanent al Convenției europene pentru protecția animalelor deținute în scopuri agricole. Recomandări privind bovinele. 1988. Anexa A: Prevederi sociale pentru taurii crescuți pentru reproducere sau îngrășare.
3. Dobson H, Fergani C, Routly JE, Smith RF. Efectele stresului asupra reproducerii la oi. Anim Reprod Sci. 2012;130:135-140.
4. Endo N, Yamane H, Rahayu LP, Tanaka T. Efectul administrării repetate a hormonului adrenocorticotrop asupra funcției reproductive și a concentrației de cortizol din păr în timpul ciclului estral la capre. Gen Comp Endocr. 2018;259:207-212.
5. Giriboni J, Lacuesta L, Damián JP, Ungerfeld, R. Gruparea masculilor necunoscuți anterior este un factor de stres cu efecte negative asupra reproducerii. Trop Anim Health Prod. 2015;47:317-322.
6. Lacuesta L, Ungerfeld R. Performanța sexuală și răspunsul la stres al berbecilor necunoscuți anterior, după gruparea lor în diade. Anim Reprod Sci. 2012;134:58-163.
7. Ralph CT, Lehman MN, Goodman RL, Tilbrook AJ. Impactul stresului psihosocial asupra gonadotrofinelor și comportamentului sexual la femei: rolul cortizolului? Reproducere. 2016;152:R1-R14.

Machine Translated by Google

Stresul termic și reproducerea

Rodolfo Luzbel de la Sota, Laura Vanina Madoz, María Jaureguiberry și Luis Ernesto Quintero

Stresul termic este o amenințare la adresa homeostaziei organismului, deoarece crește cerințele de întreținere ale animalelor. Acest lucru duce, în general, la probleme în sistemele de producție a vacilor de lapte, deoarece crește costurile, reduce eficiența și scade profitabilitatea exploatației de lapte. Animalul trebuie să cheltuiască energie pentru a reveni la o stare de homeostazie, având astfel mai puțină energie disponibilă pentru întreținere. Gestația reprezintă cea mai mare cerere metabolică la vacile de lapte. În timp ce cerințele energetice cresc cu 16% în primele șase luni de gestație, în ultimele trei luni această creștere este de 175% comparativ cu cerințele vacilor neimplenite (Moe și Tyrrell, 1972). Simultan, producția de căldură crește cu aproape 60% în ultimele 200 de zile de gestație (Brody, 1956).

Necesarul de energie la începutul lactației depășește, în general, cel produs de aportul de furaje, rezultând un bilanț energetic negativ în primele 12-16 săptămâni de lactație. La vârful lactației, producția de căldură a unei vaci care alăptează este de două ori mai mare decât cea a unei vaci în repaus alimentar (Brody, 1956), parțial datorită masei crescute a organelor necesare pentru menținerea lactației. Astfel, în această perioadă, glanda mamară crește în dimensiune cu 73%, în timp ce ficatul, inima și plămânii cresc în dimensiune cu doar 22-25% în comparație cu organele unei vaci în repaus alimentar. În consecință, cheltuielile energetice ale tractului digestiv cresc cu aproximativ 30%, necesitând o creștere a aportului de substanță uscată; de fapt, acest aport se dublează în primele două săptămâni postpartum și aproape se triplează până în a șaptea săptămână, atingând maximul la 12 săptămâni postpartum (Bauman și Currie, 1980).

Acest lucru este asociat cu o creștere a numărului de mese, în timp ce timpul total alocat mesei scade (Huzzey, von Keyserlingk și Weary, 2005).

Toate acestea înseamnă că vaca de lapte este excepțional de sensibilă la stresul termic. Când indicele de

Când indicele temperatură-umiditate (THI) depășește 78, consumul de furaje începe să scadă (Cowley 2015) și, în consecință, și producția de căldură din digestie și metabolism scade. Consumul de furaje asociat cu stresul termic poate scădea cu până la 60-70% în comparație cu vacile termoneutre, afectând producția de lapte. În plus, pe măsură ce producția de lapte scade, scade și producția de căldură.

Producția de căldură în timpul lactației. În practică, aproximativ jumătate din scăderea producției de lapte se explică prin reducerea aportului de furaje. La vacile cu producție mare, când THI depășește 68, vaca începe să sufere de stres termic, produce mai puțin lapte, iar eficiența reproductivă scade. Măsurarea THI poate fi efectuată cu ușurință în pășune sau în țarc folosind un înregistrator de date (Fig. 18.1).

înregistrator de date

În timpul verii, pot exista între 8 și 10 ore pe zi cu un THI peste 68 (Fig. 18.2). Mai recent, senzori mici cu diametrul de 1,6 cm montați în canelura dispozitivelor intravaginale de eliberare a progesteronului au fost utilizați pentru a măsura periodic temperatura vaginală (de exemplu, la fiecare 60 de minute) pe o perioadă de o lună (Fig. 18.3). Acești senzori pot fi utilizați ca monitoare în cireadă pentru a confirma eficacitatea metodelor de răcire utilizate (Fig. 18.4). Când THI depășește 68, animalul poate prezenta hipertermie timp de 8-12 ore pe zi (Fig. 18.5). Răcirea vacilor care se confruntă cu stres termic permite creșterea consumului de hrană (Tao 2012a), o perioadă de gestație mai lungă și o creștere a greutății vițeilor la naștere și la înțărcare (Tao 2012b). Utilizarea pulverizatoarelor care udă animalul, combinată cu ventilația forțată, pentru a crește fluxul de aer

colab.alții și

colab. alții și

FIGURA 18.1. Înregistrator de date sau dispozitiv utilizat pentru măsurarea THI în pășune și în țarcurile de așteptare pentru muls.

Machine Translated by Google

Aerul crește răcirea prin evaporare și aportul de furaje și scade aportul de apă. Cu toate acestea, deși aspersoarele sunt eficiente în scăderea temperaturii corporale, vacile preferă umbra (Schultz).

și alții, De fapt, la vacile care pășunează, disponibilitatea umbrei crește timpul de pășunat și timpul de culcare (Palacio 2015).

și alții,

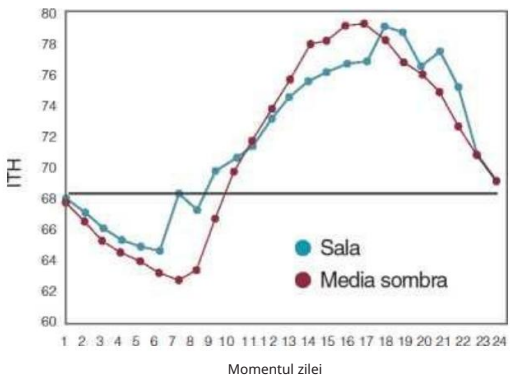
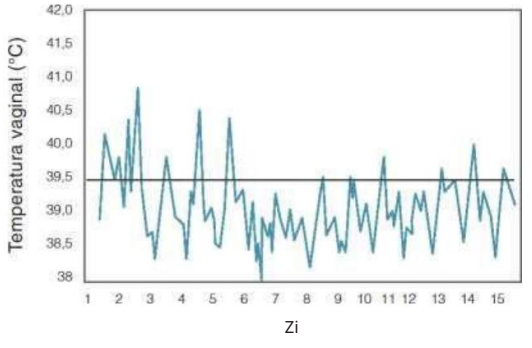


FIGURA 18.3. Dispozitiv intravaginal de progesteron (CIDR) (stânga) cu un buton de înregistrare a datelor introdus (dreapta), utilizat pentru măsurarea periodică a temperaturii vaginale.

FIGURA 18.2. Indicele mediu de temperatură-umiditate (THI) în pășune și în sala de muls. Au fost utilizate următoarele: înregistratoare de date din figura 18.1.



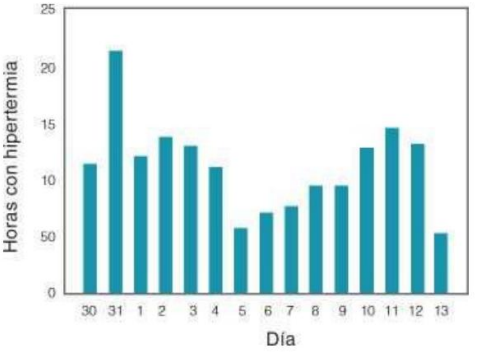


FIGURA 18.4. Temperatura vaginală medie pe o perioadă de 15 zile în timpul sezonului estival. Probele de 39,5 °C sau mai mari indică faptul că animalele au suferit de hipertermie. A fost utilizat sistemul de înregistrare din Figura 18.4. 18.3.

FIGURA 18.5. Numărul de ore zilnice acumulate pe parcursul unei perioade de 15 zile în care animalul a suferit de hipertermie (>39,5 °C). Datele înregistrate cu sistemul sunt prezentate în Figura 18.3.

Machine Translated by Google

IMPACTUL STRESULUI TERMIC ASUPRA REPRODUCERE

Stresul termic este cel mai caracterizat stres și este factorul de stres fiziologic cu cel mai mare impact asupra eficienței. Vacile afectate de stres termic au un ciclu estral mai lung, un estrus mai scurt și o intensitate estrală mai mică atât în condiții de câmp (Hall, Branton și Stone, 1959), cât și în condiții controlate în camere de mediu (Gwazdauskas, 1981), în principal datorită concentrațiilor mai scăzute de estrogen (Gwazdauskas, 1981). Vacile fără acces la umbră și stropitoare au un folicul dominant mai mic, un folicul subordonat mai mare în ziua 8 a unui ciclu sincronizat și concentrații mai scăzute de estrogen decât cele cu acces, demonstrând că stresul termic modifică mecanismul de dominanță (Badinga, 1993). În plus, vacile afectate de acest stres au luteoliză întârziată și o rată de ovulație mai mică în timpul estrusului (Wilson). Efectul stresului termic asupra fertilității este pronunțat.

Fertilitatea depinde sezonier de starea de lactație a animalului. Deși există o scădere semnificativă a fertilității la vacile care alăptează în timpul lunilor de vară, fertilitatea junincilor rămâne practic neschimbată (Badinga 1985). Cei cinci factori care afectează ratele de concepție la vacile care alăptează aflate în stres termic sunt temperaturile minime și maxime din ziua de după inseminare, precum și prezența ploii, temperatura minimă și radiația solară din ziua inseminării (Gwazdauskas, Wilcox și Thatcher, 1975).

Întrucât stresul termic afectează dinamica foliculară, este de așteptat să afecteze și dezvoltarea și maturarea embrionului. Studiile au arătat că condițiile ovocit. Studii *in vivo* extreme de temperatură din zilele anterioare sau de după inseminare produc o reducere a ratei de concepție la bovinele de lapte (Gwazdauskas, 1985).

Aceste rezultate ar sugera că maturarea, fertilizarea și dezvoltarea embrionară timpurie sunt toate afectate de stresul termic; de fapt, calitatea embrionilor scade, iar incidența embrionilor cu dezvoltare întârziată crește (Putney, Drost și Thatcher, 1988).

În cele din urmă, stresul termic din ultimul trimestru de gestație afectează funcția placentară, creșterea fetală, dezvoltarea mamară și producția de lapte în lactația ulterioară. Vacile cu acces la umbră parțială nasc viței mai grei cu placente mai grele la fătare și produc mai mult lapte în lactația următoare (Collier 1982). Aceste rezultate demonstrează că stresul termic are un efect advers asupra dezvoltării fetale și

Stresul reproductiv la bovinele de lapte. Efectul său negativ asupra femelelor este mai pronunțat decât asupra masculilor. Ciclicitatea normală este esențială pentru menținerea unui interval acceptabil de fătare și, în cele din urmă, a unei producții de lapte profitabile. Vacile aflate sub stres termic mamar prezintă o funcție placentară afectată în timpul gestației.

REFERINȚE

1. Badinga L, Collier RJ, Thatcher WW, Wilcox CJ. Efectele schimbărilor climatice și Factorii de management asupra ratei de concepție la bovinele de lapte în mediul subtropical. J Dairy Sci. 1985;68:78-85.
2. Badinga L, Thatcher WW, Diaz T, Drost M, Wolfenson D. Efectul factorilor de mediu Stresul termic asupra dezvoltării foliculare și steroidogenezei la vacile Holstein lactante. Theriogenology. 1993;39:797-810.
3. Bauman DE, Currie WB. Repartiția nutrienților în timpul sarcinii și alăptării: o trecere în revistă a mecanismelor care implică homeostazia și homeoreza. J Dairy Sci. 1980;63:1514-1529.
4. Brody S. Fiziologia climatică a bovinelor. J Dairy Sci. 1956;39:715-725.
5. Collier RJ, Doelger SG, Head HH, Thatcher WW, Wilcox CJ. Efectele stresului termic în timpul sarcinii asupra concentrațiilor de hormoni materni, greutății la naștere a viteilor și producției de lapte postpartum a vacilor Holstein. J Anim Sci. 1982;54:309-319.
6. Cowley FC, Barber DG, Houlihan AV, Poppi DP. Efecte imediate și reziduale ale stresului termic și ale aportului restricționat asupra compoziției proteinelor din lapte și a cazeinei și metabolism energetic. J Dairy Sci. 2015;98:2356-2368.
7. Gwazdauskas FC. Efectele climei asupra reproducerii la bovine. J Dairy Sci. 1985;68:1568-1578.
8. Gwazdauskas FC, Wilcox CJ, Thatcher WW. Management și mediu Factorii care afectează rata de concepție într-un climat subtropical. J Dairy Sci. 1975;58:88-92.
9. Gwazdauskas FC, Thatcher WW, Kiddy CA, Paape MJ, Wilcox CJ. Hormonal modele în timpul stresului termic în urma regresiei luteale induse de PG-F2a-sarea tham la juninci. Theriogenology. 1981;16:271-285.
10. Hall JG, Branton C, Stone EJ. Estrul, ciclurile estrale, momentul ovulației, momentul serviciului și fertilitatea bovinelor de lapte din Louisiana. J Dairy Sci. 1959;42:1086-1094.
11. Huzzey JM, von Keyserlingk M, Weary D. Schimbări în comportamentul de hrănire, adăpare și stat în picioare al vacilor de lapte în perioada de tranziție. J Dairy Sci. 2005;88:2454-2461.
12. Moe PW, Tyrrell H. Necesarul de energie metabolizabilă al vacilor de lapte gestante. J Dairy Sci. 1972;55:480-483.
13. Palacio S, Bergeron R, Lachance S, Vasseur E. Efectele asigurării umbrei portabile la pășune asupra comportamentului și fiziologiei vacilor de lapte. J Dairy Sci. 2015;98:6085-6093.
14. Putney DJ, Drost M, Thatcher WW. Dezvoltarea embrionară la femeile superovulate bovine de lapte expuse la temperaturi ambientale ridicate între zilele 1 și 7 după inseminare. Theriogenology. 1988;30:195-209.
15. Schutz KE, Rogers AR, Cox NR, Webster JR, Tucker CB. Bovinele de lapte preferă umbra. peste sprinklere: Efecte asupra comportamentului și fiziologiei. J Dairy Sci. 2011;94:273-283.
16. Tao S, Monteiro APA, Thompson IM, Hayen MJ, Dahl GE. Efectul stresului termic matern la sfârșitul gestației asupra creșterii și funcției imunitare a viteilor de lapte. J Dairy Știință. 2012a;95:7128-7136.
17. Tao S, Thompson IM, Monteiro APA, Hayen MJ, Young LJ, Dahl GE. Efectul răcirea vacilor de lapte stresate termic în timpul perioadei de repaus vegetativ sub influența răspunsului la insulină. J Dairy Sci. 2012b;95:5035-5046.

Machine Translated by Google

18. Wilson SJ, Marion RS, Spain JN, Spiers DE, Keisler DH, Lucy MC. Efectele stresului termic controlat asupra funcției ovariene la bovinele de lapte. 1. Vaci lactante. J Știința produselor lactate. 1998;81:2124-2131.

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 19

Efectele altitudinii asupra reproducerii

Victor H. Parraguez, Francisco Sales, Oscar A. Peralta

Locuitorii din zonele cu altitudini mari sunt o populație predominant rurală și depind în esență de animalele lor: oi care nu sunt originare din zonele de altitudine, dar au reușit să se aclimatizeze, astfel(Capră, capră),

ce suni (Lama glama) și Alpaca în (Lama vicugna) în America de Sud și iaci (Bos mormăie) Asia, specii native din zonele înalte.

Animalele expuse la altitudini mari se confruntă cu condiții de mediu extreme care le pun sub semnul întrebării supraviețuirea. Printre acestea, cele mai importante sunt presiunea barometrică scăzută, care impune o concentrație parțială scăzută de oxigen în aerul inspirat (Tabelul 19.1), umiditatea ambientală scăzută, variațiile mari de temperatură zilnică și radiația solară ridicată.

TABELUL 19.1. Presiunea atmosferică și presiunea parțială a oxigenului (PO2) la diferite altitudini.

Altitudine deasupra nivelului mării (m)	Presiunea atmosferică (mmHg)	PO2 (mmHg)

Tabelul 19.2 rezumă principalele efecte ale altitudinii asupra funcției reproductive la ovine și caprine. În America, oile au fost crescute la altitudini mari, alături de camelide (Fig. 19.1), timp de peste 500 de ani, dar fertilitatea este scăzută, ceea ce este legat de disfuncția luteală, dimensiunea redusă a foliculilor ovulatori și capacitatea steroidogenă scăzută. Restricția creșterii intrauterine este un alt efect care duce la pierderi reproductive. La berbeci, altitudinea afectează calitatea spermei și reduce...

Machine Translated by Google

Crește concentrația plasmatică de testosteron. Magnitudinea efectelor este mai mare la animalele expuse recent la altitudine.

FIGURA 19.1. Rumegătoare mici și camelide în zonele muntoase chiliene.

La capre, altitudinea întârzie pubertatea și prima concepție și crește perioada de gestație și intervalul dintre nașteri; de asemenea, scade prolificitatea. Studiile efectuate pe capre masculi sunt disponibile doar la altitudini medii, dar acestea raportează pubertate întârziată și modificări ale expresiei factorilor care reglează steroidogeneza testiculară, care sunt legate de o scădere a capacității reproductive.

La altitudini mari, cu practici standard de gestionare, camelidele prezintă rate de fertilitate sub 50%, rezultând din mortalitatea embrionară ridicată (până la 65%) în prima lună de gestație. Cauza exactă este necunoscută, dar locația (ovarul stâng sau drept) și dimensiunea foliculului ovulator, precum și starea nutrițională a femelei înainte de împerechere, nu sunt factori care contribuie la aceasta. Cu toate acestea, în stadiile ulterioare ale gestației, malnutriția maternă duce la avort. Practicile îmbunătățite de gestionare, cum ar fi menținerea masculilor și femelelor împreună doar pentru împerechere, îmbunătățesc ratele de sarcină la nivelurile observate la altitudini mai mici (64-72%).

Machine Translated by Google

Iacii prezintă pubertate târzie (femelele, 1,5 ani; masculii, 2 ani) și prima sarcină târzie (3 ani); fertilitatea nu depășește 45%. Femelele au 1-4 cicluri reproductive pe an, dar, având în vedere fertilitatea și perioada de gestație scăzute (aproximativ 260 de zile), acestea au în general maximum doi pui la fiecare trei ani. Subnutriția pare a fi responsabilă pentru această eficiență reproductivă scăzută, deoarece suplimentarea nutrițională pe timpul iernii avansează pubertatea și îmbunătățește fertilitatea (cu 4-20% mai mare), atingând rate de reproducere similare cu cele obținute la altitudini medii (TABELUL 19.2. Forma, localizarea și dimensiunea ovarelor femelelor domestice).

(Wiener, Jianlin y Ruijun, 2003).

În concluzie, altitudinea afectează negativ reproducerea nu doar la oile și caprele recent expuse, ci și la animalele care au trăit în acest mediu timp de mai multe generații, demonstrând o adaptare parțială a funcției reproductive la altitudine. Speciile native la altitudini mari prezintă, de asemenea, rate de reproducere scăzute, dar acesta este un rezultat al nutriției deficitare, un efect indirect al altitudinii.

Caracteristic la nivelul mării	Efectul altitudinii Factorul altitudinal implicat	Referin ă
Oaie Fertilitate: 79-97%	Reducere la <48% H-EO	Parraguez al, 2006
Greutatea nou-născutului: 45 kg	Restricție de creștere intrauterină, reducere cu 26-32% a greutății la naștere H-EO	Parraguez al, 2011
Perioada de gestație: 147 de zile	Prelungirea gestației cu aproximativ 7 zile la animalele cu expunere îndelungată H-EO	Parraguez și colab. 2005
OAIE Motilitatea progresivă a spermatozoizilor: 50-60% Reducere la 20-40% H-EO		Seif și colab. 2018
Viabilitatea spermatozoizilor: >80% Reducere la 50-60% H-EO		Seif al, 2018

Machine Translated by Google

Testosteron plasmatic:

2-3 ng/ml
Reducere la 0,5-1,5 ng/ml
H-EO

Seif și colab. 2018

Capră
Vârsta la pubertate: <6 luni

Creștere pe parcursul a 12-18 luni
IS
Yue i al., 2017

Vârsta la prima naștere: 11,5 luni

Creștere, magnitudine nespecificată
IS

Joshi, Kalauni și Bhattarai, 2018

Perioada de gestație: 150 de zile

Crește în aproximativ 2 zile.

IS

Joshi, Kalauni și Bhattarai, 2018

Interval interpartum: variabil, în funcție de locația geografică
Creștere, magnitudinea nu este indicată
IS

Joshi, Kalauni și Bhattarai, 2018

Capră

Vârsta la pubertate: <6 luni

Creștere la ~7 luni
IS
Alilo, Beyene și Mola, 2012

Machine Translated by Google

Expresia alterată a IGF-2, StAR, LDLr, CYP11A, legată de o scădere a steroidogenezei IS

Awad i al, 2015

H-EO: stres hipoxio-oxidativ; NE: nespecificat; IGF-2: factor de creștere asemănător insulinei 2; StAR: proteină reglatoare acută steroidogenă; LDLr: receptor al lipoproteinelor cu densitate mică; CYP11A: enzimă de scindare a lanțului lateral al colesterolului.

Machine Translated by Google

REFERINȚE

1. Alilo AA, Beyene A, Mola M. Evaluarea sistemului de producție de ovine și caprine (rumegătoare mici) în districtul Esera, zona Dawro, sudul Etiopiei. Adv Lactate Res. 2012;6:4.
2. Awad NS, Soliman MM, Mohamed AA, Sabry AM, Shahaby AF, El-Tarras AE. Efectul altitudinii asupra unor trăsături legate de fertilitatea masculină la speciile de ovine și caprine saudite. Ann Anim Sci. 2015;15:641-653.
3. Cofré E, Peralta OA, Raggi A, De los Reyes M, Sales F, González-Bu- nes A, Parraguez VH. Se previne deteriorarea spermei de berbec prin expunerea pe termen scurt la altitudine mare prin îmbunătățirea statutului antioxidant. Animal. 2018;12:1007-1014.
4. Joshi A, Kalauni D, Bhattarai N. Factori care afectează trăsăturile productive și reproductive ale caprelor indigene din Nepal. Arch Vet Sci Med. 2018;1:19-27.
5. Parraguez VH, Atlagich M, Araneda O, García C, Muñoz A, De los Reyes M, Urquieta B. Efectele vitaminelor antioxidante asupra trăsăturilor nou-născute și placentare în gestații la Altitudine mare: studiu comparativ la oile native de altitudine mare și joasă. Reprod Fertil Dev. 2011;23:285-96.
6. Parraguez VH, Atlagich MA, Behn C, Bruzzone ME, Raggi LA. Fertilitatea oilor la altitudine mare: Comparație între animalele cu rezidență lungă și scurtă la Altitudine mare și efectul vitaminelor antioxidante. Reprod Dom Anim. 2006;41:372.
7. Parraguez VH, Atlagich M, Díaz R, Bruzzone M, Behn C, Raggi LA. Efectul hipoxiei hipobare asupra creșterii intrauterine a mieilor: Comparație între altitudinea mare și cea mică. oi native. Reprod Fertil Dev. 2005;17:497-505.
8. Wiener G, Jianlin H, Ruijun L. Iacul (ediția a doua). Bangkok: Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură; 2003.
9. Yue Y, Yang B, Li Y, Zhang W, Zhang H, Wang J, Hong Q. Rase de capre indigene din China. Capitolul 4. În: Simões J, Gutiérrez C, eds. Producția durabilă de capre în medii adverse: Volumul II Rase locale de capre. Springer International Publishing AG; 2017. p. 41-54.

Machine Translated by Google

SECȚIUNE

5

Comportamentul reproductiv

CAPITOLUL 20. Controlul neuroendocrin al comportamentului sexual

CAPITOLUL 21. Comportamentul reproductiv la tauri

CAPITOLUL 22. Comportamentul sexual al berbecilor și capre masculi

CAPITOLUL 23. Ierarhie, dominanță și comportamentul sexual la bărbați

CAPITOLUL 24. Comportamentul sexual la femei

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 20

Controlul neuroendocrin al comportamentului sexual

Charles E. Roselli

Comportamentul sexual este unul dintre cele mai puternice impulsuri din regnul animal. Scopul său central este de a promova copulația, de a crește probabilitatea fertilizării și de a asigura o sarcină reușită, astfel încât ADN-ul să fie transmis generațiilor viitoare.

COMPONENTELE COMPORTAMENTULUI SEXUAL

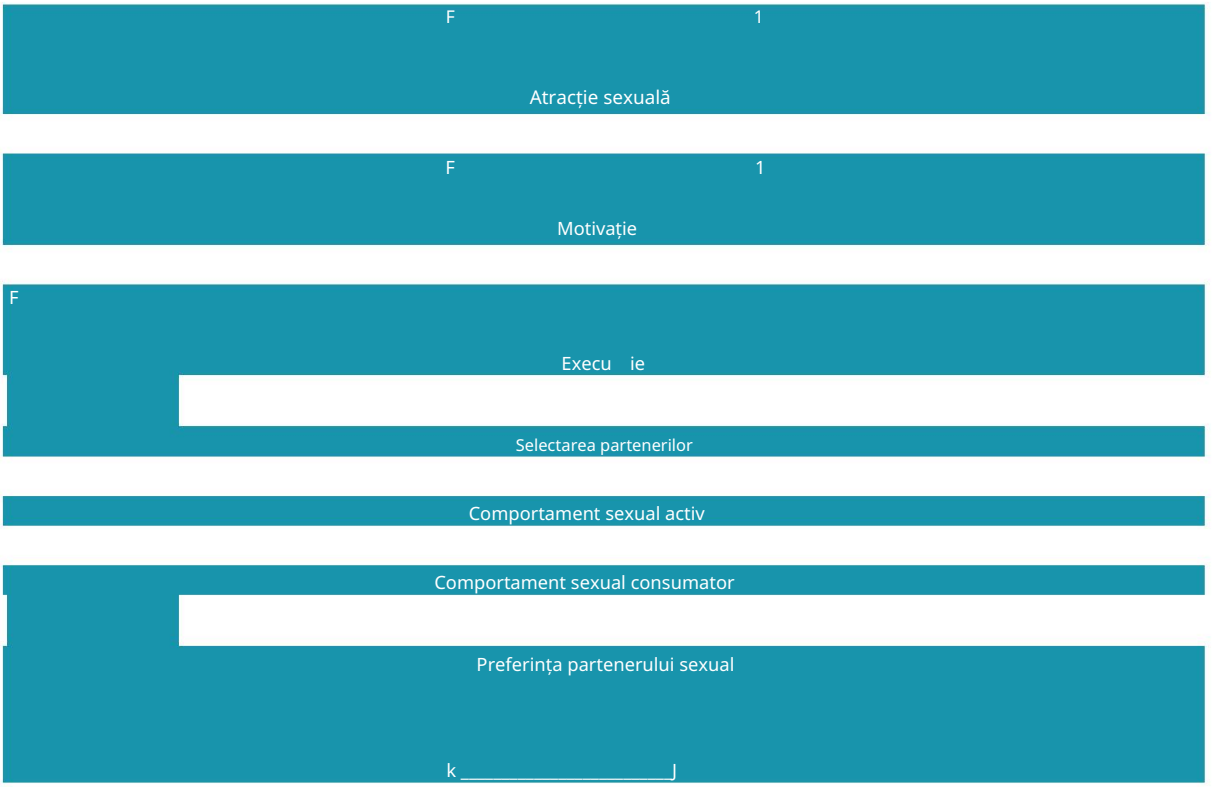
Comportamentul sexual la bărbați și femei are trei componente: atracția, motivația și copulația (Fig. 20.1).

Atracția sexuală este capacitatea unui animal individual de a stârni interesul sexual al unui alt animal; aceasta aduce masculul și femela împreună prin semnale specifice speciei, inclusiv compuși volatili și nevolatili.

Indiciile vizuale sau vocalizările sunt folosite pentru comunicare.

Motivația se manifestă prin comportamente apetitive care stabilesc, mențin sau promovează interacțiunile sexuale. O femelă motivată prezintă comportamente proceptive care o pot apropia de un mascul și îi pot orienta corpul pentru a permite investigarea organelor sale genitale sau poate prezenta comportamente alternante de apropiere și retragere pentru a atrage atenția. Comportamentele apetitive la masculi constau în apropierea de femelă și manifestarea unor comportamente de curtare, cum ar fi adulmecarea zonei genitale feminine, împingerea și vocalizarea. Copulația, în cele din urmă, implică montarea, inserția penisului (intromisiune) și ejacularea de către mascul.

Majoritatea femelelor facilitează copulația adoptând o postură receptivă, cu spatele arcuit în jos și perineul ridicat (lordoză).



Machine Translated by Google

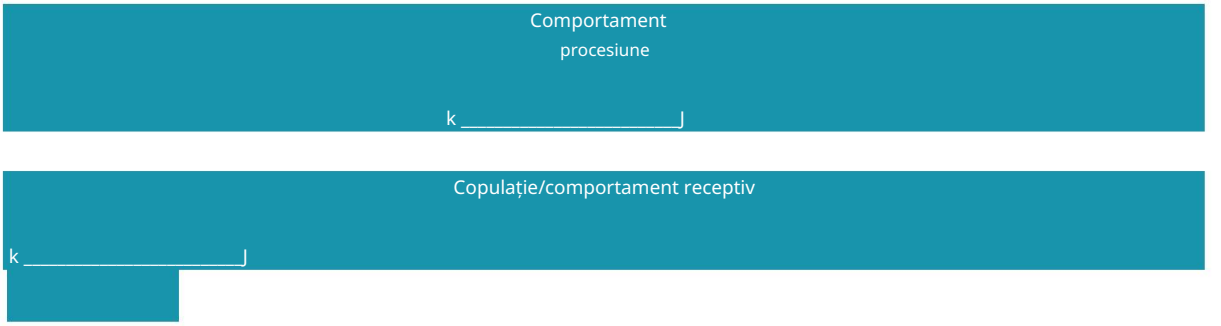


FIGURA 20.1. Componentele comportamentului sexual: atracția (include selecția și preferința partenerului), motivația (comportamentul activ și curtarea) și performanța (desăvârșirea și copulația). Aceste comportamente diferă între sexe (dimorfice sexual) și în ceea ce privește controlul gonadelor.

PROGRAMAREA COMPORTAMENTALĂ REPRODUCTIV

Steroizii sexuali programează creierul în timpul dezvoltării timpurii pentru a efectua comportamente tipic masculine sau feminine la vârsta adultă (Fig. 20.2). Acest proces este cunoscut sub numele de diferențiere sexuală și are loc în timpul unei perioade limitate de timp sau perioadă critică, al cărei debut este legat de durata gestației. Perioada critică apare odată ce diferențierea genitală este completă, ceea ce se întâmplă înainte de naștere la speciile cu perioade lungi de gestație, cum ar fi primatele, oile și bovinele, sau în mare parte după naștere, ca la rozătoare și porci.

Machine Translated by Google

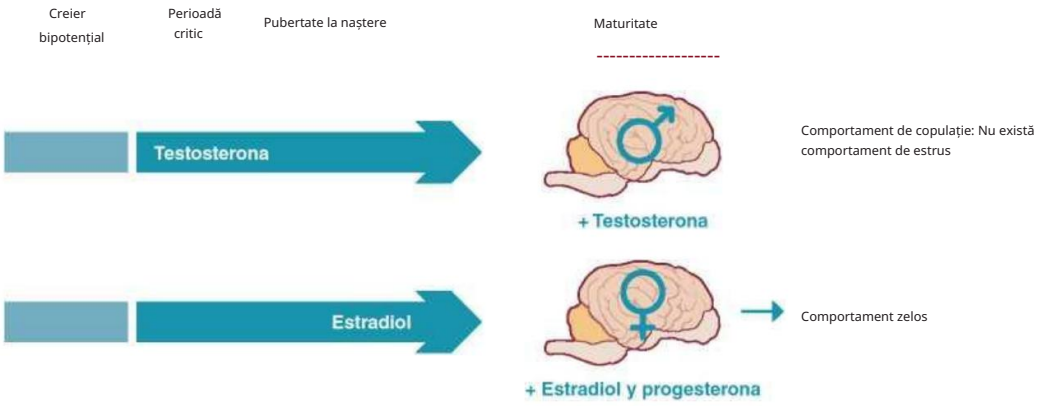


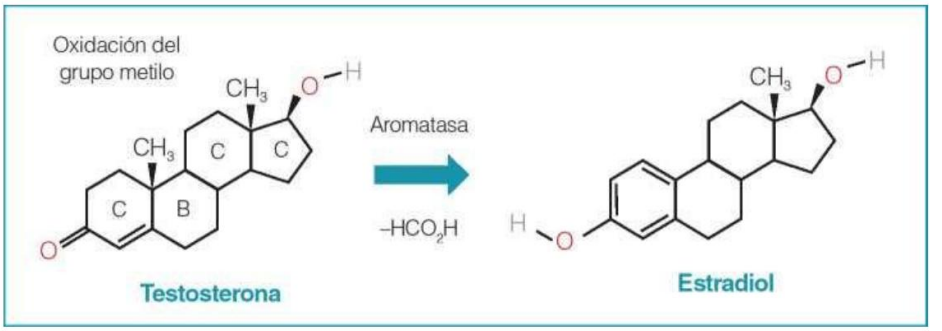
FIGURA 20.2. Influența steroizilor gonadali asupra comportamentului sexual.

Nivelurile ridicate de testosteron secretate de testiculele fetale în timpul dezvoltării duc atât la masculinizarea, cât și la defeminizarea creierului. Masculinizarea are ca rezultat potențialul bărbaților de a manifesta comportamente tipice după pubertate, în timp ce defeminizarea reduce capacitatea de a exprima comportamente tipic feminine.

Femelele se dezvoltă în absența relativă a acestui-
glandele tiroide sexuale, deoarece ovarul fetal este inactiv și, în aceste condiții, creierul se feminizează. Feminizarea este finalizată prin expunerea la estradiol în timpul pubertății, ceea ce programează creierul să exprime comportamente tipic feminine la vârsta adultă. Paradoxal, la multe specii (deși nu la primate), testosteronul acționează asupra celulelor creierului după ce enzima aromatază îl transformă în estradiol (Fig. 20.3). În aceste

La unele specii, fetușii femele sunt protejați de estrogenii materni și exogeni de alfa-fetoproteina circulantă, care se leagă de estrogenii din circulația fetală.
Deși diferențierea sexuală este importantă în contextul comportamentelor reproductive, ea se aplică și altor comportamente și funcții fiziologice care sunt în mod clar diferite între sexe (de exemplu, dimorfismul sexual) la vârsta adultă.

Există diferențe între bărbați și femei în ceea ce privește structurile cerebrale specifice care controlează comportamentul reproductiv, cum ar fi nucleul sexual dimorfic al zonei preoptice, care controlează motivația sexuală și comportamentul copulator la bărbați (Fig. 20.4). Această structură și alte structuri omoloage sunt mai mari și conțin mai mulți neuroni la bărbați decât la femei și au fost descrise la șoareci, șobolani, dihori, oameni, hiene și alte mamifere.



Machine Translated by Google

capre și oi. La oi și la oameni, volumul său este legat de preferințele partenerului sexual. Alte diferențe includ dimensiunea neuronală, complexitatea arborizării dendritice, densitatea sinaptică și complexitatea glială. S-a demonstrat că testosteronul (aromatizat în estradiol) induce aceste dimorfisme sexuale prin mecanisme celulare, genetice și epigenetice care abia acum încep să fie înțelese.

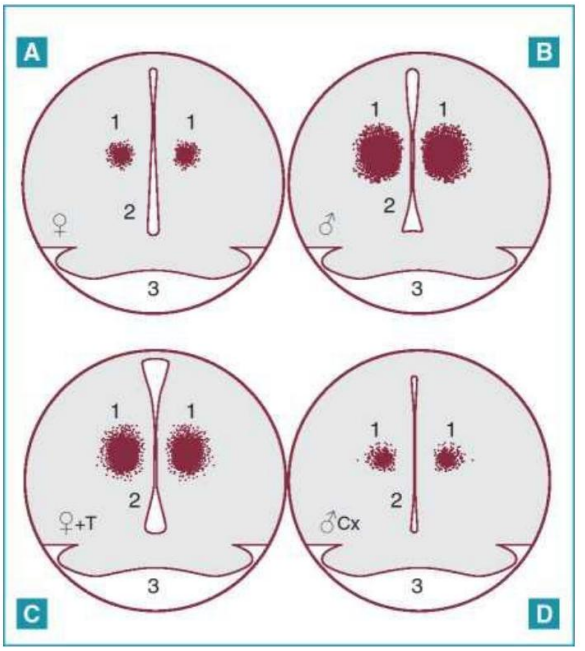


FIGURA 20.4. Secțiuni coronale schematice ale creierului de șobolan care prezintă nucleul sexual dimorfic (1), al treilea ventricul (2) și chiasma optică (3) la femele (A), masculi (B), femele nou-născute androgenizate (1 mg testosteron) (C) și masculi nou-născuți castrați (D). +T: tratați cu testosteron; Cx: castrați. (Modificat după Gorski i al., 1978).

Nivelurile de testosteron cresc și scad odată cu anotimpurile (vezi capitolul 14), așadar interesul și performanța sexuală cresc și scad în funcție de nivelurile hormonale.

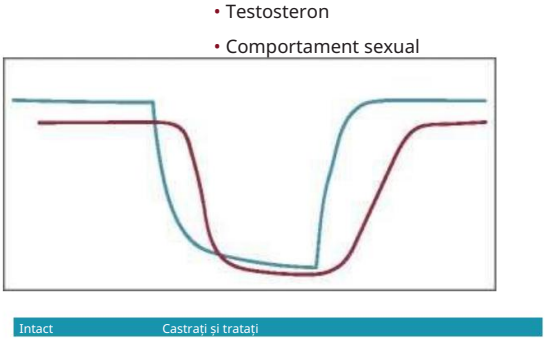
Unele dintre efectele testosteronului rezultă din conversia sa în estradiol în creier, iar blocarea formării estrogenului prin inhibarea aromatazei împiedică testosteronul să restabilească comportamentul sexual masculin. În prezent, se acceptă faptul că nici testosteronul, nici estradiolul nu sunt suficiente pentru a restabili copulația și că ambii hormoni sunt necesari pentru exprimarea completă a comportamentului sexual masculin la multe specii.

Femelele încep să manifeste comportament estral la scurt timp după atingerea nivelurilor maxime de estradiol, cu o atractivitate și o receptivitate crescute. Pe măsură ce perioada estrală progresează, femela devine mai receptivă la împerechere, prezentând o postură caracteristică de împerechere cunoscută sub numele de lordoză, programată să aibă loc chiar înainte de ovulație. Creșterea nivelului de estradiol care declanșează comportamentul estral stimulează creșterea nivelului de LH care declanșează ovulația, sincronizând astfel receptivitatea cu perioada în care un ovul este disponibil pentru fertilizare.

Femelele ovariectomizate nu prezintă comportament estral. Estradiolul singur poate induce exprimarea comportamentului sexual feminin, dar numai la niveluri submaximale. La speciile de producție, cum ar fi oile, femelele ovariectomizate tratate mai întâi cu progesteron (pentru a imita faza luteală a ciclului) și ulterior cu estradiol prezintă un comportament estral maxim. La alte specii, cum ar fi rozătoarele, estradiolul trebuie să preceadă progesteronul pentru a produce un comportament maximal. La toate speciile, tratamentul simultan cu progesteron și estradiol inhibă exprimarea comportamentului estral.

EXPRESIA COMPORTAMENTULUI SEXUALITATEA LA ADULT

Toate componentele comportamentului sexual sunt sub control hormonal. Testosteronul joacă un rol cheie în medierea comportamentului sexual masculin: castrarea reduce nivelurile circulante de testosteron, ducând la o scădere treptată a interesului sexual și a comportamentului copulator, care poate fi restabilită prin tratament cu testosteron exogen (Fig. 20.5). Experiența sexuală joacă, de asemenea, un rol central, deoarece cu cât animalul este mai experimentat, cu atât este mai puțin dependent de testosteron.



La animalele care se reproduc sezonier, ni-

Machine Translated by Google

FIGURA 20.5. Schemă a efectului castrării și tratamentului cu testosteron asupra comportamentului sexual.

INIȚIEREA ȘI CONTROLUL COMPORTAMENTULUI SEXUAL

Exprimarea comportamentului sexual necesită integrarea semnalelor senzoriale și hormonale în mai multe regiuni ale creierului implicate în coordonarea comportamentului.
Principalele semnale senzoriale sunt mirosul, auzul, văzul și simțul tactil, fiecare având o importanță relativă variabilă la diferite specii. La multe specii, substanțele volatile cunoscute sub numele de feromoni joacă un rol central. Acestea sunt eliberate de un sex și percepute de sistemul olfactiv sau organul vomeronazal al celuilalt. Cei mai comuni feromoni sunt componente ale secrețiilor vaginale și urinare ale femelelor, folosite pentru a atrage masculii. Cu toate acestea, masculii produc și feromoni sexuali; de exemplu, porcii eliberează un feromon în salivă care stimulează femelele în estrus.

Apelurile de împerechere servesc drept semnale cu rază lungă de acțiune la unele specii, cum ar fi elanul în timpul sezonului de reproducere. Indiciile (semnalele) de postura sexuală a femelei sau observațiile împerecherii printre alți indivizi sunt, de asemenea, semnale importante care stimulează comportamentele sexuale la masculi, iar stimulii tactili de la masculi sunt importanți pentru provocarea posturilor sexuale la femele în estrus.

Studiile clasice privind leziunile și stimularea au arătat că anumite zone hipotalamice sunt atât necesare, cât și suficiente pentru a provoca comportamente copulatorii la bărbați și comportamente receptive la femei (Fig. 20.6). Acestea sunt zona preoptică medială la bărbați și nucleul hipotalamic ventromedial la femei. Zona preoptică medială reglează, de asemenea, motivația sexuală prin conexiuni cu zona tegmentală ventrală, unde reglează eliberarea de dopamină către nucleu. Substanța cenușie periacheductală a mezencefalului transmite informații de la hipotalamus la trunchiul cerebral, care integrează activitatea în segmentele spinale importante pentru adaptările posturale necesare pentru montare și lordoză. Reactivitatea și funcția acestui circuit neuronal depind de efectele anterioare ale hormonilor gonadali și de exprimarea receptorilor androgeni și estrogeni asupra neuronilor de-a lungul circuitului. În plus, alte căi neuronale, cum ar fi amigdala și striatul ventral, furnizează semnale care leagă comportamentul sexual de răspunsurile motivaționale. Tabelul 20.1 prezintă principalele neuropeptide și neurotransmițători care joacă roluri importante în reglarea...

Comportamentul reproductiv. Deși circuitele neuronale care controlează comportamentul sexual masculin și feminin se suprapun, dimorfismele sexuale importante se bazează pe expresia genelor și structura creierului, despre care se crede că diferențiază manifestările neurologice legate de comportamentul sexual.

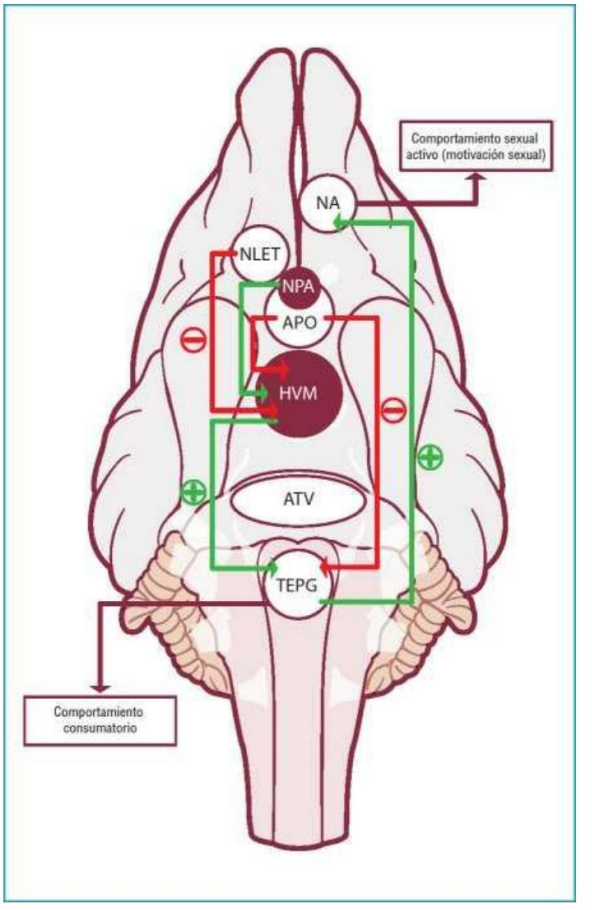


FIGURA 20.6. Căi neuronale implicate în comportamentul sexual. Calea de la aria preoptică medială (APO) la aria tegmentală ventrală (VTA) și nucleu (NA) reglează motivația sexuală. Se consideră că calea de la APO (masculi) la hipotalamusul ventromedial (VMH, femei) reglează comportamentele consumatoare prin proiecții către mezencefal, trunchiul cerebral cenușiu periaqueductal (PGG) și măduva spinării (neprezentate). Căile excitatorii sunt prezentate în verde, iar căile inhibitorii în roșu. NLET: nucleul patului striei terminale; NPA: nucleul periventricular anteroventral. (Modificat după Ishii și Touhara, 2019).

COMPORTAMENTUL HOMOSEXUAL ÎN ANIMALE DOMESTICE

Activitatea sexuală între persoane de același sex, precum și curtarea, afecțiunea, legătura de cuplu și creșterea copiilor.

Machine Translated by Google

Relațiile între persoane de același sex la animale sunt clasificate drept comportament homosexual, deși motivațiile și implicațiile acestor comportamente sunt puțin studiate și încă nu sunt pe deplin înțelese. Conform unei estimări, comportamentul sexual între persoane de același sex există în peste 450 de țări.

specii de animale din diferite părți ale planetei și, aparent, la toate speciile domestice, de la oi, vaci și cai până la pisici și câini.

Vacile și taurii prezintă acest comportament în mod semnificativ. Montarea între femele este folosită pentru a detecta vacile în căldură, iar comportamentul de taur, care implică montarea repetată între boi, poate provoca răni și chiar moartea.

În majoritatea cazurilor, comportamentul homosexual este doar o parte a repertoriului comportamental general. TABELUL 20.1. Efectele diferitelor molecule asupra comportamentului sexual la bărbați și femei.

Moleculă	Bărbați	Femele
Norepinefrină		
	Inhibă	Stimulează
Dopamină	Stimulează	Facilitați
Serotonină	Inhibă	Inhibă
Acetilcolină	Inhibă	Facilitați
FA Ă	Inhibă	Inhibă
GnRH	Facilitați	Facilitați
Opioide		

Comportamentul sexual al unui animal, care include adesea atracție sexuală și activitate sexuală. Preferința exclusiv homosexuală este rară și este studiată în principal la oi, unde aproximativ 8% dintre berbeci preferă să se încalece cu alți berbeci chiar și atunci când li se oferă acces la oi. Au fost propuse mai multe teorii de mediu și biologice pentru a explica originea acestui comportament sexual între persoane de același sex la animale, dar principalele cauze nu au fost încă identificate.

REFERINȚE

1. Gorski RA, Gordon JH, Shryne JE, Southam AM. Dovezi pentru o morfologie Diferența de sex în zona preoptică medială a creierului de șobolan. Brain Res. 1978;16:333-346.
2. Ishii KK, Touhara K. Circuite neuronale care reglează comportamentele sexuale prin intermediul olfactivului sistem la șoareci. Neurosci Res. 2019;140:59-76.

Machine Translated by Google

Dezorganizat
Acestea inhibă

Inhibă

Neuropeptida Y

Oxitocină

Facilități
Facilități

GABA: acid gama-aminobutiric; GnRH: hormon de eliberare a gonadotropinei.

Comportamentul sexual al taurului

Machine Translated by Google

CAPITOLUL 21

Peter Chenoweth, Antonio Landaeta-Hernández

Majoritatea turmelor de bovine din lume sunt gestionate prin împerechere naturală. Prin urmare, taurul, a cărui capacitate de fertilizare este, de asemenea, multifactorială, trebuie luat în considerare în gestionarea turmei și în analiza fertilității (Landaeta-Hernández). și Chenoweth (2008; 2010), prin urmare, nu ar trebui să se limiteze la evaluarea spermei. Ar trebui efectuată o evaluare andrologică completă, care să includă aspecte zootehnice, de sănătate, anatomice, senzoriale și reproductive. Aceasta din urmă include evaluarea spermei și evaluarea comportamentului sexual. Prin urmare, este de înțeles de ce nu există un singur test capabil să prezică cu certitudine absolută. fiabilitatea fertilității unui taur.

Acest capitol se va concentra pe aspecte legate de comportamentul sexual și evaluarea acestuia. Termenii utilizați în acest scop vor fi sunt prezentate în Tabelul 21.1.

TABELUL 21.1. Definiții utilizate pentru indicatorii comportamentului sexual la tauri.

Termen	Defini ie
Libido	Dorința și disponibilitatea masculului de a curta, a călărea și a servi o femelă.
Timp de reacție	Intervalul de timp dintre momentul expunerii masculului la femelă și primul serviciu.
Capacitatea de serviciu	Numărul de servicii efectuate în timpul testului.
Abilități de călărie	Raportul dintre numărul de servicii și numărul total de monturi. Reflectă abilitatea masculului în montarea și servirea femelelor. Este considerată o trăsătură a libidoului.
Tentativă de montare	Ridicare parțială cu sprijin pe picioarele posterioare, dar fără sprijinul membrelor anterioare sau al corpului la femelă.

Munte	Ridicare completă cu sprijin pe picioarele posterioare și sprijin pe membrele anterioare și corpul femelei.
Montare incompletă	Se montează fără interferențe sau ejaculare.
Serviciu	Montare cu intruziune și ejaculare, de obicei însoțită de un salt.

Preluat din Landaeta-Hernández și Chenoweth, 2008.

REGLARE ENDOCRINĂ A COMPORTAMENTULUI SEXUAL

Reglarea comportamentului sexual și a funcțiilor sale inerente (montarea, penetrarea, ejacularea) corespunde nucleului preoptic medial al hipotalamusului (vezi Capitolul 20), unde este prezentă dopamina, iar testosteronul este aromatizat în estrogeni. Intensitatea libidoului este o consecință a raportului estrogen-testosteron prezent în sânge, deși estrogenii produși în adipocite în cazurile de obezitate pot afecta acest raport (Roselli, Horton și Resko, 1985).

ASPECTE ALE COMPORTAMENTULUI SEXUAL AL TAURULUI

Comportamentul sexual al taurilor include libidoul și - comportamentul de împerechere. Libidoul are o componentă ereditară înnăscută (genetică) și o alta legată de învățare (Silva-Mena, Aké-López și Delgado-León, 2000; Landae-Hernández, Chenoweth și Berndtson, 2001). Variațiile dintre indivizi, natura poligamă a taurilor, capacitatea lor de a distribui servicii între femelele receptive și efectul competiției și prestimulării asupra răspunsului sexual permit evaluarea libidoului.

Comportamentul de împerechere include trăsături comportamentale pe care taurul le manifestă înainte, în timpul și după împerechere (Chenoweth, 1981), cum ar fi capacitatea de a identifica statutul sexual al femelelor (Tabelul 21.2) și capacitatea de montare. Taurii determină receptivitatea - vacilor prin curtare, folosind trăsături comportamentale specifice speciei (Fig. 21.1-21.7). Taurii *cu indice Bos* petrec de obicei mai mult timp curtând decât la montare (Molina *și colab.,* 2000). Capacitatea de montare (Fig. 21.8) cuprinde capacitatea fizică și dexteritatea de a servi vacile (Chenoweth, 1981). Acest termen combină aspecte înnăscute și învățate care fac parte din definiția și evaluarea libidoului.

TABELUL 21.2. Canale de comunicare utilizate de tauri pentru a interacționa cu vacile.

Canale	Detectarea:
Viziune	• Poziția feminină, imobilitatea • Montarea între femele • Grupuri active sexual
Comunicare chimică: sistemul olfactiv principal (epiteliul olfactiv principal)	Detectarea mirosurilor
Comunicare chimică: sistemul olfactiv accesoriu (organul vomeronazal)	Detectarea feromonilor

FIGURA 21.1. Miros.

FIGURA 21.2. Lins investigativ.

FIGURA 21.3. Tachelaj (suport pentru bărbie).

FIGURA 21.4. Suport pentru cap.

FIGURA 21.5. Răspunsul Flehmen .

FIGURA 21.6. Încercare de montare.

FIGURA 21.7 Montare incompletă.

EVALUAREA COMPORTAMENTALĂ SEXUALITATEA TAURULUI

Capacitatea de a monta și de a insemina vacile trebuie verificată pentru a asigura fertilitatea și libidoul taurilor, ceea ce se poate face printr-o evaluare andrologică cuprinzătoare, care include și evaluarea libidoului. Procedurile de evaluare a comportamentului sexual al taurilor arată o evoluție mai mult sau mai puțin constantă. Figura 21.9 prezintă îndrumări pentru evaluarea sexuală a taurilor, cum ar fi *testul scorului* libidoului , utilizat la tauri în condiții de câmp; timpul de reacție și capacitatea de serviciu (complementar testului libidoului); indicele libidoului *; și* testul actual al libidoului, care evaluează libidoul pe baza unei combinații între gradul de interes sexual și capacitatea de monta într-un test de 10 minute (Landaeta-Hernández și Chenoweth, 2008; 2010).

În mod ideal, un test al libidoului ar trebui să fie rapid, repetabil, predictiv și acceptabil din punct de vedere etic (Landaeta-Hernández și Chenoweth, 2008). În prezent, niciun test nu îndeplinește toate aceste caracteristici dorite , iar în majoritatea țărilor încă lipsește un test standardizat. În plus, taurii *Bos indicus* sunt evaluați în mod tradițional folosind metode concepute pentru *taurii Bos taurus,* ceea ce duce la rezultate inconsistente. Pentru *Bos indicus,* se recomandă studii etologice aprofundate pentru a dezvolta un test mai potrivit comportamentului sexual al speciei.

DE CE TREBUIE SĂ EVALUEZI LIBIDOUL LA TAURI?

Deși până în prezent nu a fost demonstrată o relație clară între evaluarea potențialului reproductiv și

FIGURA 21.8. Serviciu.

Libidoul face inutilă selectarea unui taur pe baza diagnosticelor tradiționale (calitatea spermei și organele de reproducere) dacă animalul nu prezintă interes pentru vaci și nici invers. Pe de altă parte, utilizarea taurilor cu libido ridicat are repercusiuni economice favorabile, cum ar fi un raport mai bun vacă-taur, un sezon de reproducere mai scurt și uniformitate în ceea ce privește dimensiunea viteilor (Landaeta-Hernández și Chenoweth, 2008).

FACTORI CARE AFECTEAZĂ LIBIDOUL

Mai mulți factori influențează libidoul și rezultatele evaluării acestuia, de exemplu: condițiile extreme de mediu, care

stresează taurul; condițiile de evaluare , cum ar fi metodologia utilizată, locația (pășune sau țarc), raportul vacă-taur și durata testului; condiția corporală; și factorii genetici, care indică o intensitate și o consecvență mai mare la taurii *Bos taurus* comparativ cu *Bos indicus,* în special Brahman,

și diferențe între liniile genealogice din cadrul raselor. Taurii *Bos indicus* prezintă un comportament sexual mai puțin dezvoltat, fără diferențe semnificative în rata de gestație, care pare a fi asociată cu timiditatea lor în țarcuri și cu - comportamentele sociale (selectivitate și gregaritate) și sexuale (preferința pentru femele în estrus).

Minute	Adulmecarea genitală	Lingerea genitală	Lameteos social	Suport pentru cap	Platformă	Răspunsul *lui Flehmen*	Tentativă de montare	Montare incompletă	Serviciu
1	1, 4	2			5	3			
2		8		7			6	9	10
3			11			12			
4	13				15	14		16	
5				18 ani	19		17 ani		
6							20	21 de ani	22
7				24	23 de ani				
8						25	26, 28	27, 29	
9	31 de ani	30, 32					34	35 de ani	
10					36	37	38 de ani		

REZULTATE:

TIMP DE REACȚIE: 2
CAPACITATE DE SERVICIU: 2
EVALUARE: 8

OBSERVAȚII:

Medic veterinar

PUNCTUAŢIE:

0 = fără dobândă
1 = arată interes o dată
2 = interes sexual pronunțat
3 = interes sexual persistent
4 = încercare de asamblare fără service
5 = două încercări de montare fără service
6 = Mai mult de două încercări eșuate de montare
7 = un serviciu cu interes
8 = mai mult de un serviciu de interes

PROCEDURĂ:

Numerotarea este atribuită în funcție de ordinea în care taurul prezintă fiecare trăsătură comportamentală pe parcursul minutelor. În acest exemplu, timpul de reacție este 2 deoarece primul serviciu a avut loc în minutul 2. Capacitatea de servire este 2 deoarece taurul a avut 2 servicii (minutele 2 și 6). Ratingul libidoului este derivat din metoda descrisă mai sus (Landaeta-Hernández, Chenoweth și Brandtson, 2001).

FIGURA 21.9. Exemplu de format de câmp utilizat pentru efectuarea testelor de libido (Landaeta-Hernández și Chenoweth, 2008).

Într-un alt sens, temperamentul agresiv afectează negativ timpul de reacție, dar există riscul de a confunda frica și reacția animalului la situații nefamiliare cu competiția dintre masculi, despre care s-a raportat că stimulează comportamentul sexual. Totuși, acest lucru trebuie gestionat cu grijă deoarece, atunci când este evaluat în grupuri, agresivitatea dintre tauri și dominanța socială pot reduce exprimarea libidoului (vezi Capitolul 23). În pășune, un taur dominant poate obosi mai repede deoarece servește mai multe vaci și, simultan, împiedică taurii subordonați să se încalece.

Prestimularea pare să funcționeze cel mai bine la taurii de lapte și afectează pozitiv volumul și calitatea ejaculării. Cu toate acestea, aceste studii ar trebui revizuite folosind tehnologii mai noi. Vârsta și experiența sunt factori care îmbunătățesc performanța sexuală în ceea ce privește capacitatea de antrenament și abilitatea de montare. Concentrații mai mari de testosteron au fost observate la taurii cu libido ridicat (Crichton și Lishman, 1988; Silva-Mena, Aké-López și Delgado-León, 2000; Landaeta-Hernández și Chenoweth, 2008; 2010).

LIMITĂRI ÎN EVALUAREA LIBIDOULUI LA TAURI

Corelația slabă dintre calitatea spermei și anatomia tractului reproducător, necesitatea unor facilități adecvate pentru a minimiza riscul de rănire atât pentru animal, cât și pentru operatori, timpul suplimentar necesar și repetabilitatea sa scăzută, care necesită repetiții (Chenoweth, Farin și Mateos, 1988; Landaeta-Hernández, Chenoweth și Berndtson, 2001), toate contribuie la nepopularitatea testului libidoului. Cu toate acestea, variațiile individuale mari observate, ereditabilitatea sa și impactul său economic subliniază importanța efectuării acestui test (Blockey, 1978; Crichton și Lishman, 1988; Silva-Mena, Aké-López și Delgado-León, 2000; Landaeta-Hernández, Chenoweth și Berndtson, 2001; Quirino *et al.*, 2004).

NEVOI IMEDIATE

Investigați efectele dominanței sociale asupra distribuției paternității în serviciile colective.

Autorii mulțumesc personalului de la Agropecuaria La Casona , din statul Portuguesa (Venezuela), pentru că a permis utilizarea și manipularea animalelor pentru fotografii.

REFERINȚE

1. Blockey MA. Eritabilitatea capacității de servire și a circumferinței scrotale la taurii de carne. *J Anim Sci.* 1978;47(Supl. 1):abs 253.
2. Chenoweth PJ. Libidoul și comportamentul de împerechere la tauri, mistreți și berbeci. O recenzie. *Theriogenology.* 1981;16:155-177.
3. Chenoweth PJ, Farin PW, Mateos ER. Relația dintre sănătatea reproductivă și clasificarea libidoului la taurii de carne. *Theriogenology* . 1988;30:227-233.
4. Crichton JS, Lishman AW. Factori care influențează comportamentul sexual al taurilor tineri Bos indicus în condiții de împerechere în țarc și pășune. *Appl Anim Behav Sci.* 1988;21:281-29.
5. Landaeta-Hernández AJ, Chenoweth PJ, Berndtson WE. Evaluarea libidoului la tauri tineri *Bos taurus* . *Anim Reprod Sci.* 2001;66:151-160.
6. Landaeta-Hernández AJ, Chenoweth PJ. Evaluarea libidoului la tauri. În: González-Stagnaro C, Madrid-Bury N, Soto-Belloso E, eds. Dezvoltarea durabilă a animalelor cu scop dublu. Maracaibo (Venezuela): Ediții Astro-Data; 2008. p. 598-603.
7. Landaeta-Hernández AJ, Chenoweth PJ. Comportamentul sexual al taurului. În: Madrid-Bury N (eds). Selecția și gestionarea masculilor reproducători bovini. Maracaibo (Venezuela): Astro-Data Editions; 2010. pp. 137-146. Caiete științifice GIRARZ 8.
8. Molina R, Bolaños I, Galina CS, Pérez E, Paniagua G, Estrada S. Se xual behavior of Zebu bull in the humid tropics of Costa Rica: Single vs multiple sire groups. *Anim Reprod Sci* . 2000;64:139-148.
9. Quirino CR, Bergmann JAG, Vale-Filho VR, Andrade VJ, Reis SR, Mendonca RM, Fonseca CG. Parametrii genetici ai libidoului la taurii Nelore. *Terogenologie* . 2004;62:1-7.
10. Roselli CE, Horton LE, Resko JA. Distribuția și reglarea activității aromatazei în hipotalamusul și sistemul limbic la șobolan. *Endocrinology* . 1985 ;117:2471-2477.
11. Silva-Mena C, Aké-López R, Delgado-León R. Sexual behavior and pregnancy rate of Bos indicus bulls. *Terogenologie* . 2000;53:991-1002.

În termeni științifici, se sugerează să se lucreze la standardizarea unui test pentru *Bos taurus* cu o precizie (repetabilitate) îmbunătățită, precum și la studii etologice (trăsături și condiții comportamentale) pentru a concepe un test pentru *Bos indicus* . Și, având în vedere noile tehnologii,

Comportamentul sexual al berbecilor și al caprelor masculi

Agustín Orihuela

Comportamentul sexual are componente motivaționale și performative. Prima se numește libido, iar cea de-a doua se bazează pe tipare motorii care permit manifestarea comportamentului. Motivația la aceste specii poate fi redirecționată, astfel încât masculii pot fi antrenați să monteze obiecte neînsuflețite pentru a colecta ejaculatele folosind un vagin artificial (Aguirre, Vázquez și Orihuela, 2005).

Comportamentul sexual al berbecilor și caprelor prezintă variații individuale considerabile (Bedos *et al.,* 2016), precum și variații pe tot parcursul anului. Libidoul scade în lunile cu zile lungi (ovine: Abecia *et al.,* 2017; capre: Rivas-Muñoz *et al.,* 2007), deși în regiunile tropicale aceste fluctuații pot fi mai puțin pronunțate sau chiar inexistente (Aguirre, Orihuela și Vázquez, 2007a și 2007b). Durata perioadei de lumină naturală poate fi manipulată pentru a induce comportament sexual în afara sezonului de reproducere (ovine: Abecia *et al.,* 2017; capre: Bedos *et al.,* 2016).

COMPORTAMENT SEXUAL

Comportamentul de curtare al berbecilor și cerbilor este similar (vezi recenzia din Orihuela, 2014). Principalele - comportamente sunt contactul nasului cerbului cu regiunea anogenitală a femelei, sprijinirea și împingerea pe corpul cerbului cu umărul acestuia, *răspunsul Flehmen,* proeminența limbii, vocalizări de intensitate redusă și bătaia cu lăbuța cu piciorul din față (Orihuela, 2014; fig. 22.1-22.4). Cerbul poate, de asemenea, să urineze pe picioarele din față și pe față (Bedos *et al.,* 2016).

În timpul fazei precoitale, masculul se aliniază în spatele femelei până la monta, o perioadă cunoscută sub numele de timp de reacție. Aceasta tinde să fie mai lungă la berbeci decât la capre și, cel puțin la berbeci, nu este afectată de prezența mucusului vaginal de la oile aflate în estrus (Aguirre, Orihuela și Vázquez, 2011).

Montarea implică intromisia peniană. La rumegătoare, erecția și protruzia au loc destul de rapid, iar intromisia constă într-o singură împingere pelviană, urmată de ejaculare și descălecare. Prezența unei cozi la oi poate facilita intromisia și poate preveni penetrarea anală (Fierros-García *et al.,* 2018).

Numărul de ejaculate poate fi crescut la berbecii cu capacitate de servire redusă (număr de ejaculate/timp) prin suplimentarea dietei lor (Avelar *et al.,* 2016). La caprele masculi, performanța sexuală crește atunci când sunt expuși la căprioare cu mișcări mai accentuate ale cozii (Haulenbeek și Katz, 2011) sau când observă alți capre masculi copulând (Price, Smith și Katz, 1984).

După ejaculare, masculii intră într-o perioadă refractară, caracterizată prin obișnuința cu stimulul sexual (Andrade, Vázquez și Orihuela, 2010). Această perioadă poate fi redusă la berbeci prin inhalarea spermei de la un alt mascul (Lezama, Orihuela și Angulo, 2001), prin expunerea lor la o nouă femelă (Prado *et al.,* 2003; Lezama, Orihuela și Angulo, 2003) sau prin creșterea numărului de căprioare disponibile (Prado *et al.,* 2003; Tabelul 22.1). Țapul își poate linge penisul ca un comportament post-copulator (Morga și Orihuela, 2001).

Dezvoltare

În timpul creșterii, contactul heterosexual este necesar pentru dezvoltarea corectă a comportamentului sexual al berbecilor și masculilor (Price *et al.,* 1988; Lacuesta *et al.,* 2018a și 2018b). Berbecii și masculii crescuți fără contact cu femelele efectuează mai puține acțiuni de montare și copulație ca adulți (Price *et al.,* 1988; Lacuesta *et al.,* 2018b), fenomen care poate persista chiar și după mai multe expuneri la femele. În schimb, atunci când au contact cu femele, câteva expuneri par a fi suficiente pentru exprimarea corectă și completă a comportamentului lor sexual (Orihuela și Aguirre, 2011).

În mod similar, Lacuesta *și colab.* (2018a) au descoperit că caprele prepubertale crescute în contact constant cu femele adulte preferă să stabilească contact social cu femelele decât cu masculii. La fel ca în cazul

berbecilor, masculii crescuți izolat de femele se asociază cu alți masculi ca parteneri sexuali, ceea ce îi predispune să manifeste un comportament homosexual (Ungerfeld *și colab.,* 2013), lucru care este, de asemenea, mai intens în timpul sezonului de reproducere (Ungerfeld *și colab.,* 2014).

FIGURA 22.1. Masculul stabilește contact nazogenital, astfel încât să adulmece regiunea și să poată transporta picături de urină și secreții vaginale către organul vomeronazal.

FIGURA 22.2. Bărbatul execută răspunsul *Flehmen* prin îndoirea buzei superioare în sus și extinderea gâtului. Mișcarea durează câteva secunde și permite substanțelor să se infiltreze în organul vomeronazal .

FIGURA 22.3. Masculul , poziționat în spatele femelei, își sprijină umărul de ea și își întinde gâtul de-a lungul flancului ei; poate face, de asemenea, mișcări de fluturare a limbii și poate emite vocalizări de joasă frecvență. Dacă femela este receptivă, rămâne nemișcată.

FIGURA 22.4. Masculul își ridică membrul anterior; dacă femela nu este receptivă, părăsește zona. În fotografie, oaiele își bagă coada între membrele posterioare pentru a-și acoperi zona genitală, deoarece nu poate scăpa fizic de mascul. Femelele aflate în estrus își ridică și dau din cozi, facilitând penetrarea, atrăgând masculul și dispersând feromonii.

TABELUL 22.1. Media (și eroarea standard) a unor componente ale comportamentului sexual al caprelor masculi ca răspuns la diferiți stimuli.

	Tratament		
	Martor	**Înlocuire**	**Două femei**
Prima ejaculare			
Numărul de montări anterioare	2,3 ± 0,05	2,5 ± 0,06	2,2 ± 0,04
Timp de reacție (s)	69,6 ± 5,45	63,8 ± 4,01	44,0 ± 2,12
A doua ejaculare			
Numărul de montări anterioare	2,9 ± 0,05 [a]	2,8 ± 0,03 [a]	2,5 ± 0,06 [b]
Latență între ejaculări (e)	271,9 ± 13,41 [a]	205,8 ± 18,17 [a]	135,7 ± 6,26 miliarde

Adaptat după Prado *și colab.,* 2002.

Litere diferite pe același rând indică $p < 0,05$.

Martor: Două ejaculări consecutive au fost obținute de la opt iezi masculi pe aceeași capră în călduri.

Înlocuire: Capra stimulatoare a fost înlocuită cu una diferită imediat după prima ejaculare.

Două femele: după prima ejaculare, se adăuga o a doua femelă stimulatoare, oferindu-i țapului opțiunea de a alege pe care să o monteze.

Prezența unei a doua femele a redus numărul de montări și latența dintre ejaculări după obținerea primei. Înlocuirea femelei stimulatoare nu a afectat rezultatele, deși s-a observat o tendință, așa că ar putea fi mai eficientă dacă înlocuirea s-ar face după obținerea mai multor ejaculate.

REFERINȚE

1. Abecia JA, Chemineau P, Gómez A, Palacios C, Keller M, Delgadi llo JA. Expunerea la berbeci activați sexual, induși de melatonină fotoperiodică, după întărcare, favorizează reluarea activității sexuale la oile mediteraneene postpartum care fătă în ianuarie. *Vet Sci.* 2017;4.
2. Aguirre V, Vázquez R, Orihuela A. Antrenamentul berbecilor pentru colectarea spermei prin vagin artificial, folosind ca stimul obiecte neînsuflețite. *Vet Mex.* 2005;36:105-111.
3. Aguirre V, Orihuela A, Vázquez R. Variații sezoniere ale comportamentului sexual, testosteronului, dimensiunii testiculelor și caracteristicilor spermei, afectate de dominanța socială, la berbecii cu păr tropical (Ovis aries). *Anim Sci J.* 2007a;78:417-423.
4. Aguirre V, Orihuela A, Vázquez R. Efectul frecvenței de colectare a spermei - asupra variației sezoniere a comportamentului sexual, testosteronului, dimensiunii testiculelor și caracteristicilor spermei la berbecii cu păr tropical *(Ovis aries). Trop Anim Health Prod.* 2007b;39:271-277.
5. Aguirre V, Orihuela A, Vázquez R. Efectele mucusului vaginal de la oi în estrus asupra libidoului și caracteristicilor spermei berbecilor cu păr de păr *(Ovis aries). J Vet Behav.* 2011;6:239-242.
6. Andrade O, Vázquez R, Orihuela A. Comportamentul sexual al berbecilor de păr *(Ovis aries)* supuși colectării frecvente și lipsiți de obișnuință cu femela. *J Appl Anim Res* . 2010;37:121-124.
7. Avelar A, Orihuela A, Vázquez R, Palma-Irizarry M. Suplimentarea cu Maca *(Lepidium meyenii)* crește capacitatea sexuală a berbecilor *(Ovis aries) cu performanțe sexuale scăzute, dar nu și ridicate . B Latinoam Caribe PL .* 2016;15:122-128.
8. Bedos M, Longinos-Muñoz A, Orihuela A, Delgadillo JA. Comportamentul sexual al caprelor masculi expuse la zile lungi este la fel de intens ca în timpul sezonului de reproducere. *Appl Anim Behav Sci* . 2016;184:35-40.
9. Fierros-García A, Ungerfeld U, Aguirre V, Orihuela A. Coada la oile cu păr tropical *(Ovis aries)* aflate în estrus este folosită ca semnal proceptiv și favorizează copularea. *Anim Reprod Sci.* 2018;195:65-70.
10. Haulenbeek AM, Katz LS. Dărâmarea cozii la femele îmbunătățește performanța sexuală la caprele masculi. *Horm Behav* . 2011;60:244-247.
11. Lacuesta L, Giriboni J, Orihuela A, Ungerfeld R. Cerbii crescuți în contact strâns cu adulții preferă să interacționeze cu femelele decât cu masculii. *Small Ruminant Res* . 2018a;162:22-24.
12. Lacuesta L, Giriboni J, Orihuela A, Ungerfeld R. Creșterea masculilor izolați de femele afectează negativ comportamentul lor sexual la adulți. *Anim Reprod.* 2018b;15:114-117.
13. Lezama V, Orihuela A, Angulo R. Comportamentul sexual și caracteristicile spermei berbecilor expuși la propriul spermă sau la spermă de la un alt berbec pe vulva oii. *Appl Anim Behav Sci* . 2001;75:55-60.
14. Lezama V, Orihuela A, Angulo R. Efectul imobilizării berbecilor sau al modificării stimulului asupra libidoului și calității spermei berbecilor. *Small Ruminant Res* . 2003;49:219–222.
15. Morga FJ, Orihuela A. Frecvența linsului penian postcopulator la caprele mascule *(Capra hircus) și* posibila sa funcție. *Vet Mex.* 2001;32:301–303.
16. Orihuela A, Aguirre V. Ontogenia competenței de împerechere și a unor caracteristici sexuale la berbecii tineri de un an *(Ovis aries), fără experiență sexuală . J Vet* Behav 2011;6:205–207.

17. Recenzie a comportamentului sexual al lui Orihuela A. Ram. *Rev. Mex Cienno Pecu.* 2014;5:49–89.
18. Prado V, Orihuela A, Lozano S, Pérez-León I. Managementul stimulului feminin în timpul colectării de material seminal și asocierea acestuia cu restabilirea libidoului și caracteristicile spermei de capre. *J Anim Sci.* 2002;80:1520-1523.
19. Prado V, Orihuela A, Lozano S, Pérez-León I. Efect asupra performanței ejaculatorii și a parametrilor spermei la caprele masculi sătui sexual *(Capra hircus)* după schimbarea stimulului la femela respectivă. *Theriogenology.* 2003;60;261-267.
20. Price EO, Smith VM, Katz LS. 1984. Stimularea sexuală a caprelor masculi de lapte. *Appl Anim Behav Sci.* 1984;13:83-92.
21. Price EO, Katz LS, Wallach SJR, Zenchak JJ. Relația dintre monta mascul-mascul și preferințele sexuale ale berbecilor tineri. *Appl Anim Behav Sci* . 1988;21:347-355.
22. Rivas-Muñoz R, Fitz-Rodríguez G, Poindron P, Malpaux B, Del gadillo J. Stimularea comportamentului estral la caprele femele care pășunează prin expunere continuă sau discontinuă la masculi. *J Anim Sci* . 2007;85:1257-1263.
23. Ungerfeld R, Giriboni J, Freitas-de-Melo A, Lacuesta L. Comportamentul homosexual la masculii de capră este mai frecvent în timpul sezonului de reproducere și la masculii izolați de femele. *Horm Behav* . 2014;65:516-520.
24. Ungerfeld R, Lacuesta L, Damián JP, Giriboni J. Contează experiența heterosexuală pentru comportamentul de împerechere homosexual al masculilor? *J Vet Behav* . 2013;8:471-474.

CAPÍTULO 23

Ierarhie, dominanță și comportament sexual la bărbați

Rodolfo Ungerfeld și Agustín Orihuela

Accesul la femele în estrus variază considerabil între grupurile de tauri, berbeci și masculi masculi din cauza competiției, care poate avea consecințe semnificative asupra eficienței reproductive a unui grup de animale (Fig. 23.1). De exemplu, berbecii dominanți inhibă comportamentul berbecilor subordonați, chiar și prin simpla lor prezență („efectul de audiență") și, de asemenea, scad probabilitatea ca acești berbeci subordonați să acceseze femele, chiar dacă este posibil să nu se împerecheze cu succes cu ele. Acest lucru este agravat de o scădere a unor caracteristici seminale (Aguirre, Orihuela și Vázquez, 2007). În plus, atunci când berbecul cu cel mai înalt rang este infertil, rata de gestație a turmei scade, chiar dacă berbecii cu rang inferior sunt fertili. La bovine, este important ca taurii să aibă o poziție ierarhică superioară vacilor în estrus, astfel încât să poată inhiba comportamentul homosexual în rândul vacilor și să efectueze monta. Vacile dominante pot interfera cu performanța sexuală bună a taurilor tineri, cu consecința detrimentului asupra fertilității (fig. 23.2) (Orihuela, 2000).

FIGURA 23.1. Berbeci care concurează pentru acces la o femelă în călduri.

FIGURA 23.2. Tauri care concurează cu o vacă dominantă pentru accesul la femele în estrus într-un grup activ sexual. În stânga, masculul adult supune vaca și copulează, în timp ce în dreapta, taurul este foarte tânăr, iar vaca îl domină ierarhic, limitând monta heterosexuală.

CAPÍTULO 23

PROCESUL DE FORMARE ȘI STABILIZARE A IERARHIEI SOCIALE

Stabilirea relațiilor de dominanță-subordonare între indivizi nefamiliarizați duce la o creștere a agresivității fizice (Fig. 23.3-23.5) și sexuale (Fig. 23.6 și 23.7), rezultând niveluri semnificative de stres la animalele implicate. Introducerea de berbeci nefamiliarizați (Lacuesta și Ungerfeld, 2012) sau masculi (Giriboni *et al.,* 2015; Sánchez-Dávila *et al.,* 2018) induce creșteri semnificative ale secreției de cortizol și ale altor indicatori ai răspunsurilor la stres, alterând comportamentul lor social și sexual și, potențial, calitatea spermei. De exemplu, Giriboni *et al.* (2015) au observat o scădere semnificativă a dimensiunii testiculelor, a concentrației de testosteron și a calității spermei, care a persistat timp de cel puțin o lună după introducerea animalelor nefamiliare. La tauri (Mohan Raj *et al.,* 1991) și capre masculi (Ungerfeld *et al.,* 2013), agresivitatea crescută observată după împerechere este însoțită de o creștere notabilă a numărului de împerecheri homosexuale. Relațiile de dominanță sunt importante pentru ca taurii să învețe să-și controleze agresivitatea, așadar taurii crescuți izolat pot deveni un risc atunci când sunt manipulați (Price și Orihuela, 2010).

FIGURA 23.3. Agresivitate între masculii de capră pentru a stabili relații de dominanță-subordonare.

FIGURA 23.4. Agresivitate între tauri pentru a stabili relații de dominanță-subordonare.

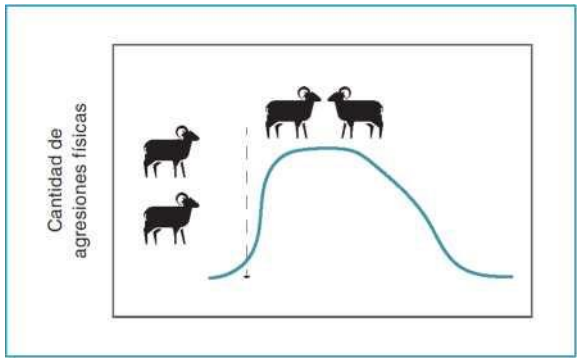


FIGURA 23.5. Numărul de interacțiuni fizice la reunirea unor grupuri de masculi.

FIGURA 23.6. Un țap curtează un altul după ce i-a adus împreună.

La ovine (Ungerfeld și González-Pensado, 2008) și caprine (Sánchez-Dávila *et al.,* 2018), ierarhia socială se stabilește de la o vârstă fragedă, afectând dezvoltarea lor reproductivă. De fapt, indivizii cu rang social superior cresc mai repede, dimensiunea testiculelor lor crește mai devreme, iar producția de spermă începe cu câteva săptămâni mai devreme la indivizii dominanți (Fig. 23.8). Cu toate acestea, la ovine și bovine, poziția ierarhică a mieilor și viteilor nu pare să aibă implicații reproductive semnificative odată ce ajung la vârsta adultă (Orihuela și Galina, 1997; Ungerfeld și Lacuesta, 2010).

FIGURA 23.7. Un țap mascul încalecă un altul după ce sunt adunați împreună.

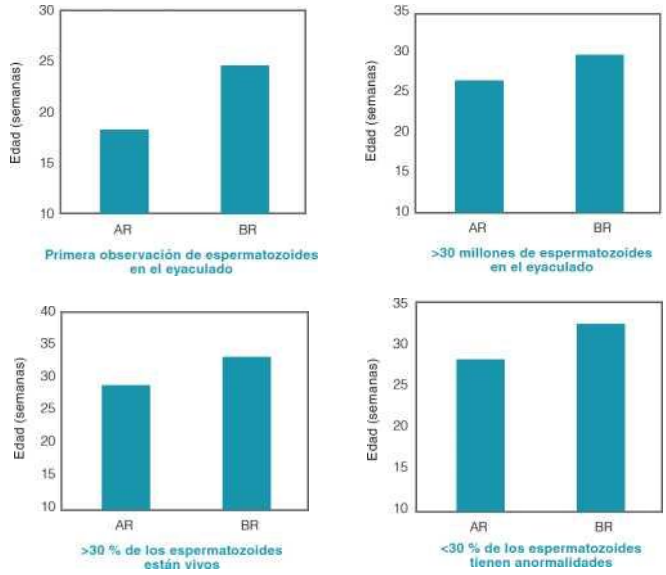


FIGURA 23.8. Vârsta (săptămâni) la care se ating diferiți indicatori ai producției de spermă la mieii de rang social înalt (AR) sau rang social scăzut (BR). (Pe baza unui studiu realizat pe baza unui Ungerfeld și González-Pensado, 2008).

CARACTERISTICI LEGATE DE RANGUL SOCIAL

Vârsta este adesea legată de clasa socială la rumegătoarele masculi: indivizii mai în vârstă sunt de obicei mai mari și au brațe (coarne) mai mari, dar pot avea și mai multă experiență decât cei mai tineri, ceea ce le-ar putea oferi un avantaj în competiție. Odată stabilite, legăturile de dominanță sunt în general destul de stabile: deși se pot schimba în fiecare an, stabilitatea relației dintre doi indivizi crește odată cu diferența de vârstă dintre ei.

Vârsta a fost raportată ca principalul factor determinant la berbecii tineri pentru stabilirea clasei sociale, iar odată ce ating o greutate stabilă, masa preia acest rol. Cu toate acestea, în alte studii, greutatea corporală, condiția corporală sau circumferința berbecilor nu au fost legate de rangul lor social (Ungerfeld și González-Pensado, 2009), ceea ce poate fi legat de presiuni competitive mai mici în rândul animalelor, fiind necesare mai puțin timp și energie pentru a accesa hrana.

Rangul social poate fi, de asemenea, legat de reactivitatea indivizilor. Solano *și colab.* (2004) au descoperit concentrații mai scăzute de cortizol din sânge la vacile cu rang social inferior în timpul manipulării.

EFECTELE IERARHIEI ASUPRA PERFORMANȚEI REPRODUCTIVE

Când berbecii sau masculii masculi concurează în „cercuri" pentru oi în estrus, aceștia reduc timpul petrecut la curtare, iar toți masculii își modifică strategia de curtare (Ungerfeld și González-Pensado, 2009). Atunci când aceste cercuri au loc în țarcuri relativ mici, cu puține oi și concurență ridicată între masculi, activitatea sexuală a indivizilor subordonați este inhibată într-o măsură mai mare. Deși performanța sexuală se schimbă pe parcursul anului la rasele mai sezoniere, intensitatea efectului de dominanță asupra acestei performanțe nu pare să varieze în funcție de perioada anului (Ungerfeld și Lacuesta, 2015). Cu toate acestea, Aguirre, Orihuela și Vázquez (2007) au descoperit că berbecii dominanți ai raselor tropicale sunt mai afectați de fotoperioadă decât berbecii subordonați, cu timpi de reacție scăzuți și niveluri crescute de testosteron și număr de spermatozoizi per ejaculat. Strategiile sexuale par, de asemenea, să fie modificate în funcție de dominanță, deoarece berbecii subordonați sunt oportuniști și își cresc performanța sexuală, în special numărul de monturi și ejaculări, atunci când dominantul nu este prezent (Ungerfeld *și colab.,* 2019).

Când are loc împerecherea colectivă, numărul de oi pe care fiecare berbec le poate monta cu succes determină contribuția sa individuală la fertilitatea generală a turmei. De asemenea, comportamentul sexual și interacțiunile sociale dintre berbeci determină numărul de oi montate cu succes. De exemplu, formarea de grupuri de oi în estrus în jurul berbecilor dominanți, care concurează pentru atenția lor (Fig. 23.9), ar putea reduce tendința lor de a interfera cu berbecii subordonați, permițându-le acestora din urmă să profite de acest lucru pentru a realiza împerecheri oportuniste la periferie. În condiții de câmp, se observă puține întâlniri între berbeci, dar berbecii subordonați își petrec cea mai mare parte a timpului departe de berbecii dominanți.

O abordare alternativă de gestionare este utilizarea berbecilor cu o mică diferență în clasamentul dominanței lor, astfel încât efectele inhibitorii ale berbecilor de rang superior să fie mai puțin intense decât atunci când există o diferență mai mare. Având în vedere că berbecii dominanți au acces la mai multe oi și, prin urmare, își epuizează rezerva de spermă epididimară mai rapid, ratele de gestație ar scădea mai rapid dacă legătura de dominanță dintre berbeci ar fi mai puternică. De exemplu, utilizarea primului și ultimului berbec dintr-un grup afectează numărul de oi detectate în estrus, deoarece berbecul dominant inhibă berbecii de rang inferior, dar acest efect se resimte mai rapid (Tabelul 23.1).

FIGURA 23.9. Fotografia prezintă o vacă în călduri care se interpune între taur și o altă vacă în călduri din grupul activ sexual.

TABELUL 23.1. Distribuția estrusului în patru săptămâni atunci când se utilizează grupe de berbeci cu diferențe ierarhice mari sau mici.

	Săptămână				Total

	1	2	3	4	
Diferență ierarhică ridicată	49/107 (45,8) până la	38/58 (65,6) până la	8/20 (40,0) până la	11/12 (91,7) până la	106/107 (98,1) până la
Diferență ierarhică scăzută	47/107 (43,9) până la	46/60 (76,7) b	3/14 (21,4) până la	6/11 (54,5) b	102/107 (95,3) până la

Litere diferite în aceeași coloană indică $p < 0,05$.

Taurii dominanți inhibă, de asemenea, comportamentul - taurilor subordonați (López, Orihuela și Silva, 1999), așadar, în programele de reproducere multiplă, se recomandă alternarea taurilor individual pe parcursul mai multor perioade, mai degrabă decât utilizarea lor împreună pe parcursul întregului sezon de reproducere (Molina *și colab.,* 2002). Această strategie împiedică taurul dominant să îi domine pe ceilalți și are ca rezultat o gestionare mai eficientă a efectivelor de animale de reproducere.

15. Ungerfeld R, Lacuesta L. Competiția dintre diferiți berbeci cu rang social are efecte similare asupra testosteronului și comportamentului sexual pe tot parcursul anului. *Rep. Dom Anim.* 2015;50:1022-1027.
16. Ungerfeld R, Lacuesta L, Damián JP, Giriboni J. Contează experiența heterosexuală pentru comportamentul de împerechere homosexual al masculilor? *J Vet Behav: Cl Appl Res.* 2013;6:471-474.
17. Ungerfeld R, Orihuela A, Pérez-Clariget R. Comportamentul sexual al - berbecilor subordonați, dar nu dominanți, crește în urma activității sexuale observate. *Theriogenology.* 2019;129:99-102.

REFERINȚE

1. Aguirre V, Orihuela A, Vázquez R. Variații sezoniere ale comportamentului sexual, testosteronului, dimensiunii testiculelor și caracteristicilor spermei, afectate de dominanța socială, la berbecii cu păr tropical *(Ovis aries). Anim Sci J.* 2007;78:417-423.
2. Giriboni J, Lacuesta L, Damián JP, Ungerfeld, R. Gruparea masculilor necunoscuți anterior este un factor de stres cu efecte negative asupra reproducerii. *Trop Anim Health Prod* . 2015;47:317-322.
3. Lacuesta L, Ungerfeld R. Performanța sexuală și răspunsul la stres al berbecilor necunoscuți anterior, după gruparea lor în diade. *Anim Rep Sci* . 2012;134:158-163.
4. López H, Orihuela A, Silva E. Efectul prezenței unui taur dominant asupra performanței a două tauri din două grupe de vârstă în testele de libido. *Appl Anim Behav Sci* . 1999;65:13-20.
5. Mohan A, Moss B, McCaughey W, McLauchlan W, Kilpatrick D, Mc Gaughey S. Răspuns comportamental la amestecarea taurilor întregi, a taurilor vasectomizați și a bovinelor. *Appl Anim Behav Sci* . 1991;31:157-168.
6. Molina R, Galina CS, Camacho J, Maquivar M, Díaz GS, Estrada S, Martínez L. Efectul alternării taurilor ca instrument de management pentru îmbunătățirea performanței reproductive a vacilor Zebu alăptate în zonele tropicale umede din Costa Rica. *Anim Reprod Sci* . 2002;69:159-173.
7. Orihuela A. Câțiva factori care afectează manifestarea comportamentală a estrului la bovine: o trecere în revistă. *Appl Anim Behav Sci* . 2000;70:1-16.
8. Orihuela A, Galina CS. Ordinea socială măsurată în condiții de pășune și țarc și relația acesteia cu comportamentul sexual la vacile Brahman *(Bos indicus)* . *Appl Anim Behav Sci* . 1997;52:3-11.
9. Price EO, Orihuela A. Conducta animal aplicada al cuidado y pro ducción pecuaria. México, DF: Trillas; 2010.
10. Sánchez-Dávila F, Bernal Barragán H, Del Bosque-González AS, Ungerfeld R. Social dominance and reproductive development in year Ling bucks. *Terogenologie* . 2018;110:168-174.
11. Solano J, Galindo F, Orihuela A, Galina CS. Efectul rangului social asupra răspunsului fiziologic în timpul manipulării repetate și stresante la bovinele Zebu *(Bos indicus)* . *Physiol Behav* . 2004;82:679-683.
12. Ungerfeld R, González-Pensado SP. Dominanța socială și comportamentul de curtare și împerechere la berbeci în testele de penis non-competitive și competitive. *Reprod Dom Anim* . 2009;44:44-47.
13. Ungerfeld R, González-Pensado SP. Rangul social afectează dezvoltarea reproductivă la mieii masculi. *Anim Rep Sci.* 2008;109:161-171.
14. Ungerfeld R, Lacuesta L. Rangul social în timpul dezvoltării prepubertale și performanța reproductivă a berbecilor adulți. *Anim Rep Sci* . 2010;121:101-105.

Comportamentul sexual la femei și copulația

Rodolfo Ungerfeld

Pentru ca procesele reproductive să aibă succes, este necesară o bună coordonare nu doar între mecanismele endocrine în sine, ci și între aceste mecanisme și manifestările comportamentale. Dacă ambele componente nu sunt bine cuplate - ovulații neînsoțite de estrus, estrus nedetectat de masculi, femele neîmperecheate în ciuda faptului că sunt în estrus etc. - procesele reproductive nu vor avea succes.

Femela are o perioadă limitată de receptivitate: estrusul. Aceasta înseamnă că masculii trebuie să concureze pentru accesul la ele în acest timp limitat. Mai mult, la majoritatea speciilor domestice, fiecare femelă aflată în estrus poate fi montată de mai mulți masculi (o structură socială promiscuă), ceea ce implică faptul că comportamentul femelelor influențează puternic distribuția paternității între ele. Durata estrusului depinde de specie, rasă, starea nutrițională, prezența sau absența masculilor etc., dar este întotdeauna

asociată cu momentul ovulației.

CONTROLUL ENDOCRIN AL ESTRUSULUI

Pentru ca o femelă să prezinte estrus, trebuie să existe o creștere a nivelului de estrogen. Cu toate acestea, la vaci și oi, această creștere trebuie să aibă loc după o scădere a nivelului de progesteron, ca o consecință a luteolizei anterioare. Cel puțin la aceste specii, dacă nivelurile de estrogen cresc fără o creștere prealabilă a progesteronului, ovulația nu va fi însoțită de estrus, fenomen cunoscut sub numele de ovulație „silențioasă". Acesta este cazul primei ovulații după o perioadă de inactivitate, cum ar fi prima ovulație la pubertate, prima ovulație la începutul sezonului de reproducere la oi sau prima ovulație postpartum la vaci.

COMPORTAMENTE CARE SUNT COMPONENTE ALE CĂLDURII

Comportamentul estrus a fost considerat din punct de vedere istoric un fenomen de tipul „totul sau nimic", ceea ce înseamnă că o femelă este fie în estrus, fie nu, exclusiv pe baza receptivității sale la monta. Cu toate acestea, comportamentul estrus este progresiv, cu schimbări rapide, dar secvențiale în timp, variind de la o stare de neacceptare a masculilor până la o stare de acceptare a monta și integrează trei componente: receptivitatea, atractivitatea și proceptivitatea (Tabelul 24.1). Deoarece nu este întotdeauna posibil să se detecteze estrusul exclusiv pe baza receptivității, iar detectarea precisă este necesară pentru inseminarea artificială, Forster *și colab.* (2007) au propus o formulă care agregă importanța relativă a diferitelor comportamente la vaci (Tabelul 24.2).

TABELUL 24.1. Componentele estrului.

Componentă	Definiție
Receptivitate	A rămâne nemișcat în timp ce acceptă copulația.
Proceptivitate	Comportament sexual activ al femelei în căutarea masculului.
Selectivitate	Elemente care diferențiază o femeie de alta, făcând-o mai mult sau mai puțin atractivă pentru bărbați.

Bazat pe Beach (1976).

TABELUL 24.2. Definiția comportamentelor estruale și scorul atribuit fiecăruia.

Comportament	Definiție	Punctuație
Imobilizare	Vaca rămâne în picioare în timp ce este încălecată de o altă vacă.	100
Munte	Încearcă să călărești alte vaci	35 de ani
Sprijin	Odihnește-ți bărbia pe spatele altei vaci	15
Lins	Linge vulva altei vaci	10
Antet	Loviți o altă vacă oriunde pe corpul ei	10
Adulmecare	Adulmecă vulva altei vaci	10
Mucus	Evacuarea lichidului mucos din vulvă	10
Urmare	Monitorizarea unei alte vaci cu interes sexual	5
Răspunsul *lui Flehmen*	Comportament în care buza superioară este ridicată, expunând palatul	3

Bazat pe Forster *și colab.* (2007).

Durante el periodo en que se desencadena la receptividad, aumenta la actividad física de las hembras, incluyendo el tiempo de desplazamientos y la distancia caminada. Por ello, existen dispositivos (por ejemplo, podómetros; fig. 24.1) que se utilizan en las vacas para registrar esta actividad, determinar qué hembras están receptivas y, por tanto, poder inseminarlas. En el caso de estar en grupos heterosexuales, las hembras en celo se separan del grupo buscando activamente a los machos, lo que lleva a que se forme el grupo sexualmente activo, integrado por un macho y varias hembras en celo (fig. 24.2). Las señales más características de celo en las vacas son la monta entre hembras (en las que la vaca que se deja montar es la que está en celo, fig. 24.3), y un enrojecimiento y dilatación de la vulva acompañados de abundante secreción de un flujo mucoso. Las ovejas en celo permanecen receptivas mientras el macho olfatea su vulva, se aproxima por el costado evaluando la receptividad y, finalmente, la monta (figura 24.4). Es frecuente que las ovejas y las cabras en celo levanten la cola y la muevan activamente frente al macho. La yegua busca activamente al macho levantando la cola y pateándolo. Al levantar la cola, expone la vulva, y realiza movimientos de apertura y cierre de sus labios externos, liberando una secreción mucosa.

Dado que en vacas y ovejas la intensidad de la proceptividad se vincula con el desarrollo sexual, las hembras más jóvenes tienen más dificultad para acceder a los machos en grupos de edad heterogénea. Las ovejas son más proceptivas hacia machos que despliegan mayor actividad sexual

FIGURA 24.1. En la mano izquierda de la vaca se puede observar un podómetro utilizado para contar los pasos dados en el día, lo que indica si la vaca está en celo.

FIGURA 24.2. Un carnero y varias ovejas en celo se separan del grupo de ovejas para formar el grupo sexualmente activo. No se observan otros animales cercanos.

(Sutton y Alexander, 2019). En los rumiantes, es común que un macho permanezca montando durante varias horas a una sola hembra, a pesar de que estén presentes otras hembras en celo en las cercanías. No está claro qué es lo que determina estas diferencias, aunque recientemente se ha demostrado que los carneros (Alhamada *et al,* 2017) y los toros (Fiol y Ungerfeld, 2011) prefieren hembras de mayor peso o mejor estado corporal. Los carneros también prefieren ovejas adultas frente a las jóvenes. Asimismo, en los ovinos se ha demostrado que la atractividad no se vincula con las concentraciones de estrógenos en celos inducidos farmacológicamente, con el momento del celo o con que la oveja hubiera sido previamente montada por otro carnero. Por el contrario, sí se determinó que las ovejas con lana son más atractivas que las esquiladas recientemente.

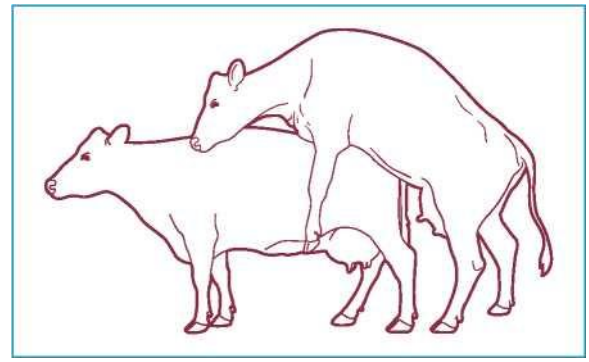


FIGURA 24.3. Monta entre vacas. La vaca montada es la que está en celo.

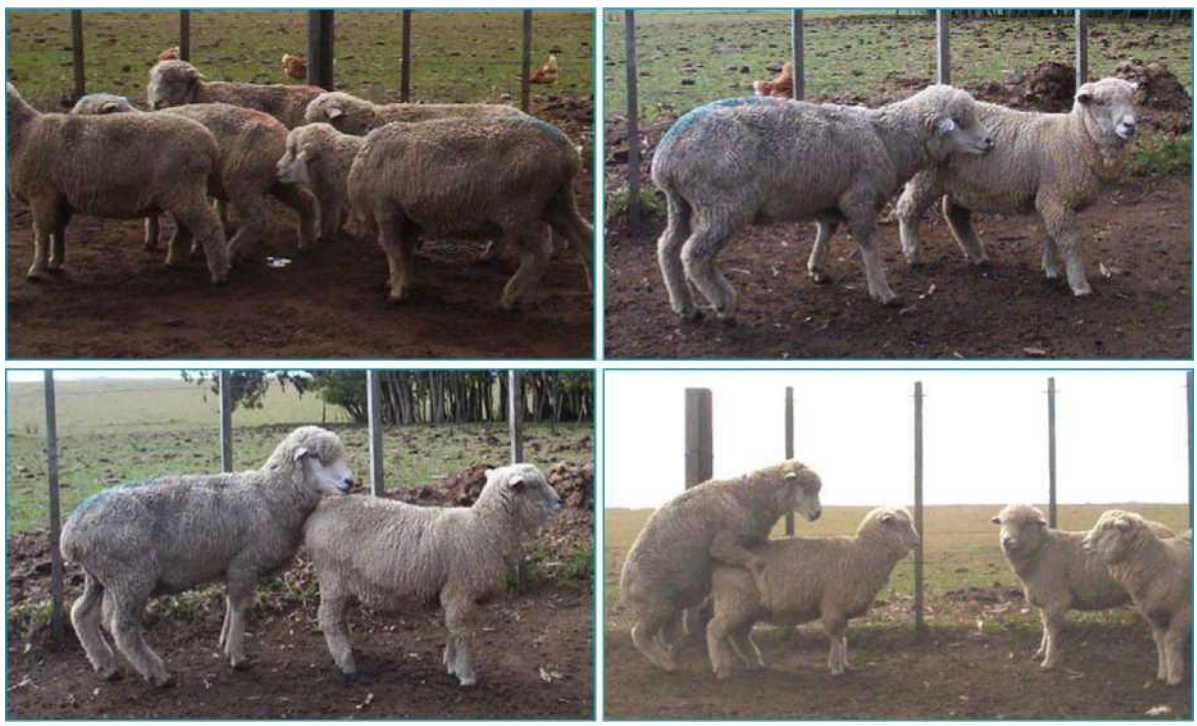


FIGURA 24.4. Secuencia de comportamientos que le permiten al carnero identificar que la oveja está receptiva.

COPULAȚIE

Demonstrarea receptivității permite producerea copulării. Aceasta implică o cascadă de evenimente endocrine și nervoase care, la mascul, determină erecția peniană, montarea femelelor receptive, intromisiunea și ejacularea. La rumegătoare, copulația este foarte rapidă, durând nu mai mult de 2-3 secunde, iar masculul ejaculează la a doua sau a treia încercare. În timpul ejaculării, are loc o contracție foarte intensă a mușchilor abdominali, cunoscută sub numele de „accident vascular cerebral". Taurul ejaculează de până la 20 de ori înainte de a fi sătul, dar poate ejacula până la 60-80 de ori. Berbecul este sătul cu aproximativ 10 ejaculări, deși poate ajunge la 30 sau 40.

Copulația la cal este, de asemenea, rapidă, deși nu la fel de rapidă ca cea la rumegătoare. Durează aproximativ 20 de secunde, cu multiple mișcări pelvine și ale cozii, urmate de perioade de inactivitate. Un cal poate ejacula de 3 sau 4 ori înainte de a fi sătul și poate ajunge la un maxim de 15-20 de ejaculări. Copulația este mult mai lungă la porci și poate dura de la 5 la 30 de minute. Au loc mișcări pelvine rapide, urmate de pauze timp în care începe ejacularea, însoțită de somnolență. Ejacularea are loc în etape, cu caracteristici diferite ale spermei în fiecare etapă.

La câini, copulația este însoțită de „ blocarea copulatorie", prin care câinele nu își poate retrage penisul din vagin deoarece contracția vulvei împiedică sângele să curgă din gland (Fig. 24.5). La pisici, femela este montată întinsă pe pământ, adoptând postura tipică de lordoză (Fig. 24.6). Odată ce are loc ejacularea, femela toarce pe pământ și îi permite masculului să se retragă.

POSTSCOPULA

Odată ce a avut loc copulația, există o perioadă numită - perioadă refractară, timp în care comportamentele sexuale nu sunt reiau. În această fază, unul sau ambii membri ai perechii pot manifesta comportamente specifice, cum ar fi vocalizări, schimbări de postură (cum ar fi lordoza la feline), mișcări genitale etc. Durata variază în funcție de timpul scurs de la activitatea sexuală anterioară, vârsta masculului, cât de nouă și atractivă este femela și numărul de ejaculări anterioare.

Această perioadă poate fi scurtată prin diverși stimuli noi, inclusiv așa-numitul „efect Coolidge", care este reluarea mai timpurie a comportamentului sexual după schimbarea femelei. De asemenea, animalul poate reacționa din nou cu aceeași femelă dacă se schimbă alte condiții de mediu, dacă animalele se mișcă etc.

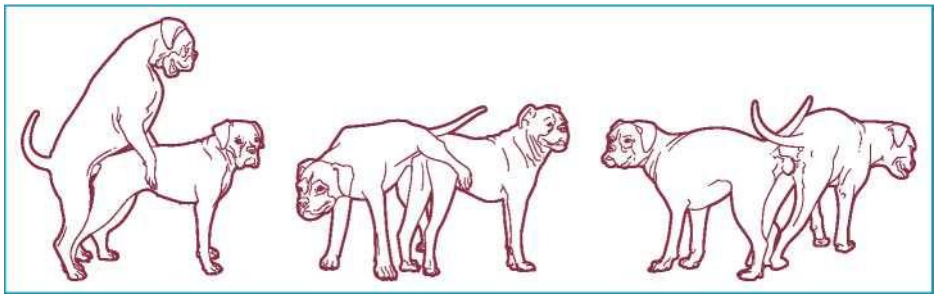


FIGURA 24.5. «Trabazón copulatoria» durante la monta în los perros.

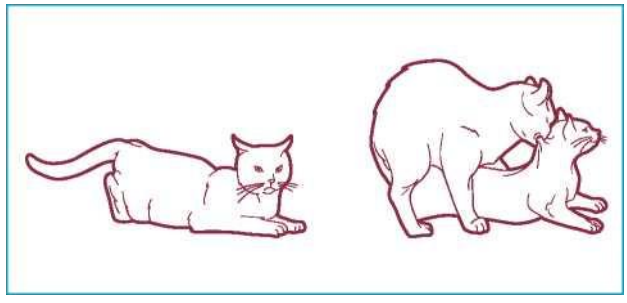


FIGURA 24.6. Comportamiento de lordosis indicativo de acceptación de la monta en la gata.

REFERINȚE

1. Alhamada M, Debus N, González-García E, Bocquier F. Comportamentul sexual la ovine este determinat de starea corporală și de statusul nutrițional și metabolic aferent. *Appl Anim BehavSci.* 2017;191:24-30.
2. Beach FA. Atractivitate sexuală, proceptivitate și receptivitate la mamiferele femele. *Horm Behav.* 1976;7:105-138.
3. Fiol C, Ungerfeld R. Preferința sexuală a masculilor față de junincile mai grele se observă doar în situații competitive cu junincile mai ușoare. *Liv Sci.* 2011;139:281-284.
4. Forster K, Galina CS, Maquivar M, Van der Laan G, Arnoni R, Verduzco A. Evaluarea intensității trăsăturilor comportamentale și a ovulației între vacile sincronizate și cele nesincronizate. *Play Dom Anim.* 2007;42:566-570.
5. Sutton CM, Alexander BM. Oile exprimă un comportament proceptiv crescut față de berbecii cu activitate sexuală ridicată. *Appl Anim Behav Sci.* 2019;216:15-18.

SECȚIUNE
6

Pubertatea și sarcina

CAPITOLUL 25. Fiziologia pubertății

CAPITOLUL 26. Fertilizarea și dezvoltarea embrionară timpurie

CAPITOLUL 27. Recunoașterea maternă a sarcinii

CAPITOLUL 28. Placenta și placentația la mamiferele domestice

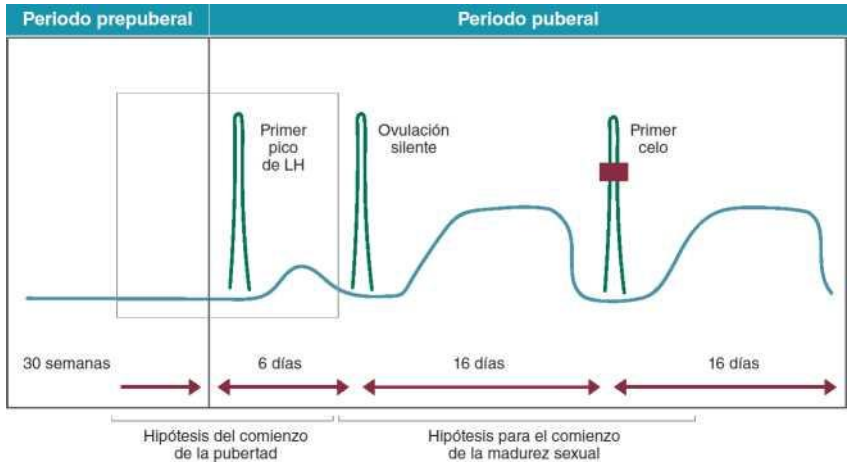
CAPITOLUL 29. Endocrinologia sarcinii

CAPITOLUL 30. Programarea fetală a activității reproductive din cauza malnutriției

Fiziologia pubertății

Luis Ángel Zarazaga

Debutul funcției reproductive culminează atunci când sistemele implicate în declanșarea pubertății (axa hipotalamo-hipofizo-gonadal) și dezvoltarea animalului ating un punct de echilibru. Este necesar să se facă distincția între debutul funcției reproductive și maturitatea sexuală. Prima are loc odată cu creșterea producției de gonadotropine, începutul producției de gameți, prima ovulație sau primul estrus. Maturitatea sexuală este atinsă doar atunci când ovulația este însoțită de estrus, cu capacitatea de a realiza fertilizarea și de a duce sarcina la termen (Fig. 25.1). La masculi, acest proces începe atunci când sunt capabili să producă spermatozoizi fertilizanți.



- Stânga
- Progesteron

FIGURA 25.1. Schemă a dezvoltării pubertății la mielușele femele; LH: hormon luteinizant. (Adaptat și modificat după Foster și Ryan, 1979a).

MECANISMUL ENDOCRIN AL DEBUTULUI PUBERTĂȚII

Procesele care declanșează pubertatea încep în stadiul fetal, existând diferențe în dezvoltarea hipotalamică între bărbați și femei. Producția de alfa- fetoproteină împiedică pătrunderea estradiolului în creier, ducând la o „feminizare" a hipotalamusului. La bărbați, testosteronul intră în creier și inhibă dezvoltarea centrului tonic de eliberare a GnRH.

Din punct de vedere neuroendocrinologic, debutul pubertății implică activarea sistemului hipotalamo-hipofizar, care inițiază secreția de GnRH și provoacă o creștere susținută a eliberării pulsatile de GnRH, ceea ce, la rândul său, stimulează eliberarea de gonadotropine care induc activitatea gonadică (Ebling, 2005) (Fig. 25.2). Printre semnalele neuroendocrine se numără steroizii ovarieni, kisspeptina și leptina.

Modificările în eliberarea de GnRH sunt reglate atât de mecanisme dependente de steroizi, cât și independente de steroizi. Neuronii secretori de GnRH își modifică sensibilitatea la feedback-ul negativ de la steroizii gonadali (Foster, 1994), deoarece, deși sunt capabili să elibereze impulsuri de la o vârstă foarte fragedă, această capacitate nu se manifestă datorită sensibilității lor la steroizii gonadali. Când animalul ajunge la pubertate, sensibilitatea sa scade și frecvența impulsurilor de GnRH crește (Foster, 1994), ceea ce este esențial pentru debutul pubertății (Fig. 25.3). La mielușele femele, feedback-ul negativ către estrogeni scade și

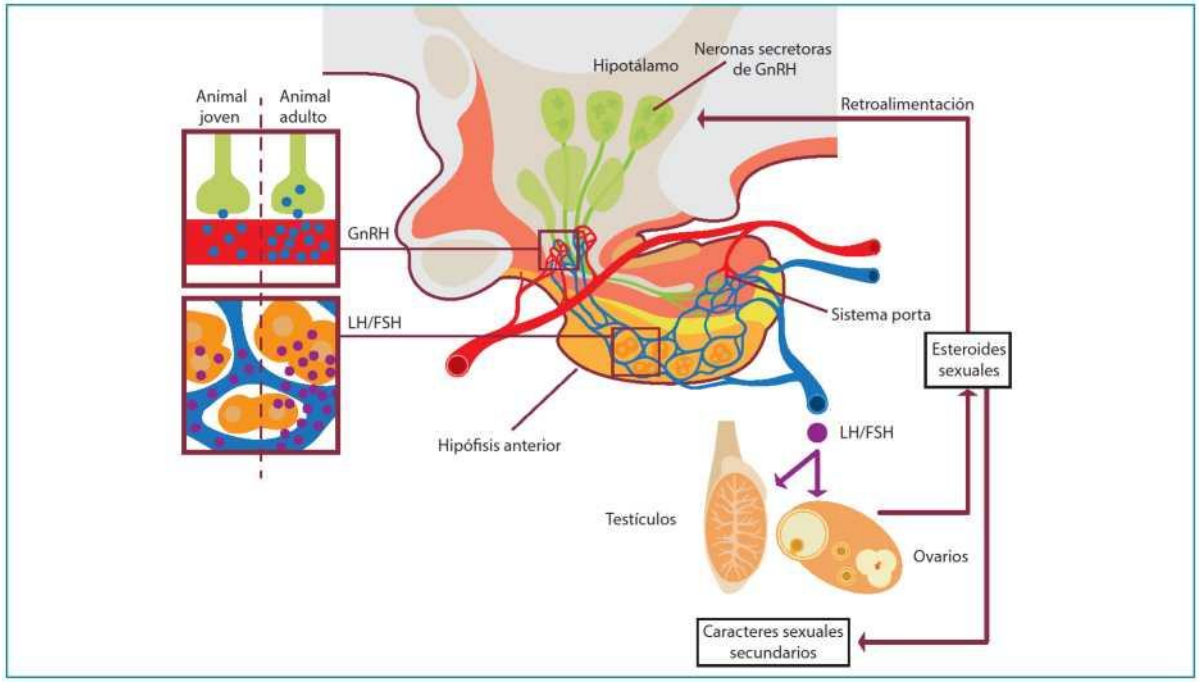


FIGURA 25.2. Esquema del eje hipotálamo-hipófiso-gonadal implicado en el inicio de la pubertad. GhRH: hormona liberadora de gonadotropinas; LH: hormona luteinizante; FSH: hormona foliculoestimulante. (Adaptado y modificado de Sisk y Foster, 2004).

Frecvența impulsurilor de hormon luteinizant (LH) crește între una și trei săptămâni înainte de pubertate (Foster și Ryan, 1979b). Această creștere bruscă a nivelului de LH declanșează dezvoltarea și maturarea foliculară, ceea ce induce comportamentul estral și creșterea bruscă a nivelului de gonadotropină preovulatorie. Mecanismele independente de steroizi nu sunt la fel de bine înțelese, dar se manifestă chiar și după îndepărtarea timpurie a gonadelor. La aceste animale, secreția de gonadotropină este foarte scăzută, dar crește progresiv, iar ele ating pubertatea la vârsta așteptată (Terasawa și Fernández, 2001).

În ultimii ani, a fost determinat și rolul fundamental al kisspeptinei (un produs al genei Kiss-1) și al receptorului său GRP54 ca principal regulator al debutului pubertății (Seminara *et al.,* 2003). Celulele kisspeptinei situate în hipotalamus ar putea fi veriga în controlul secreției de GnRH prin feedback de la steroizii gonadali.

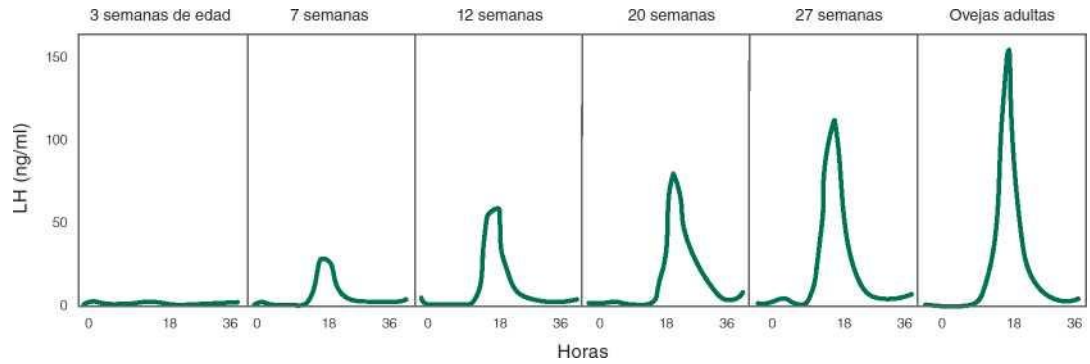


FIGURA 25.3. Dezvoltarea răspunsului estradiolului în secreția hormonului luteinizant la ovine. (Adaptat și modificat după Foster și Karsch, 1975).

În cele din urmă, pubertatea nu apare dacă animalul nu are suficientă energie stocată, așadar leptina - un indicator esențial al stării metabolice a animalului - este implicată direct. La șobolanii puberți supuși unui post pe termen scurt, există o scădere a concentrațiilor de gonadotropină și Kiss-1 în hipotalamus, dar administrarea intracerebrală de Kiss-1 inversează acest lucru și previne hipogonadismul (Gottsch *et al.,* 2004). Cu toate acestea, receptorii de leptină nu au fost observați în neuronii secretori de GnRH, ceea ce sugerează că alte căi sunt implicate în transmiterea informațiilor între rezervele de grăsime corporală și pubertate (Terasawa și Fernández, 2001).

FACTORI CARE MODIFICĂ DEBUTUL PUBERTĂȚII

Factori genetici

În cadrul fiecărei specii, există o variație considerabilă în ceea ce privește debutul pubertății între diferitele rase. În cazul oilor, rasele mai prolifice și încrucișările dintre acestea ating pubertatea mai devreme, ceea ce ar putea fi legat de diferențele dintre rase în mecanismele endocrine care reglează reproducerea (Fig. 25.4).

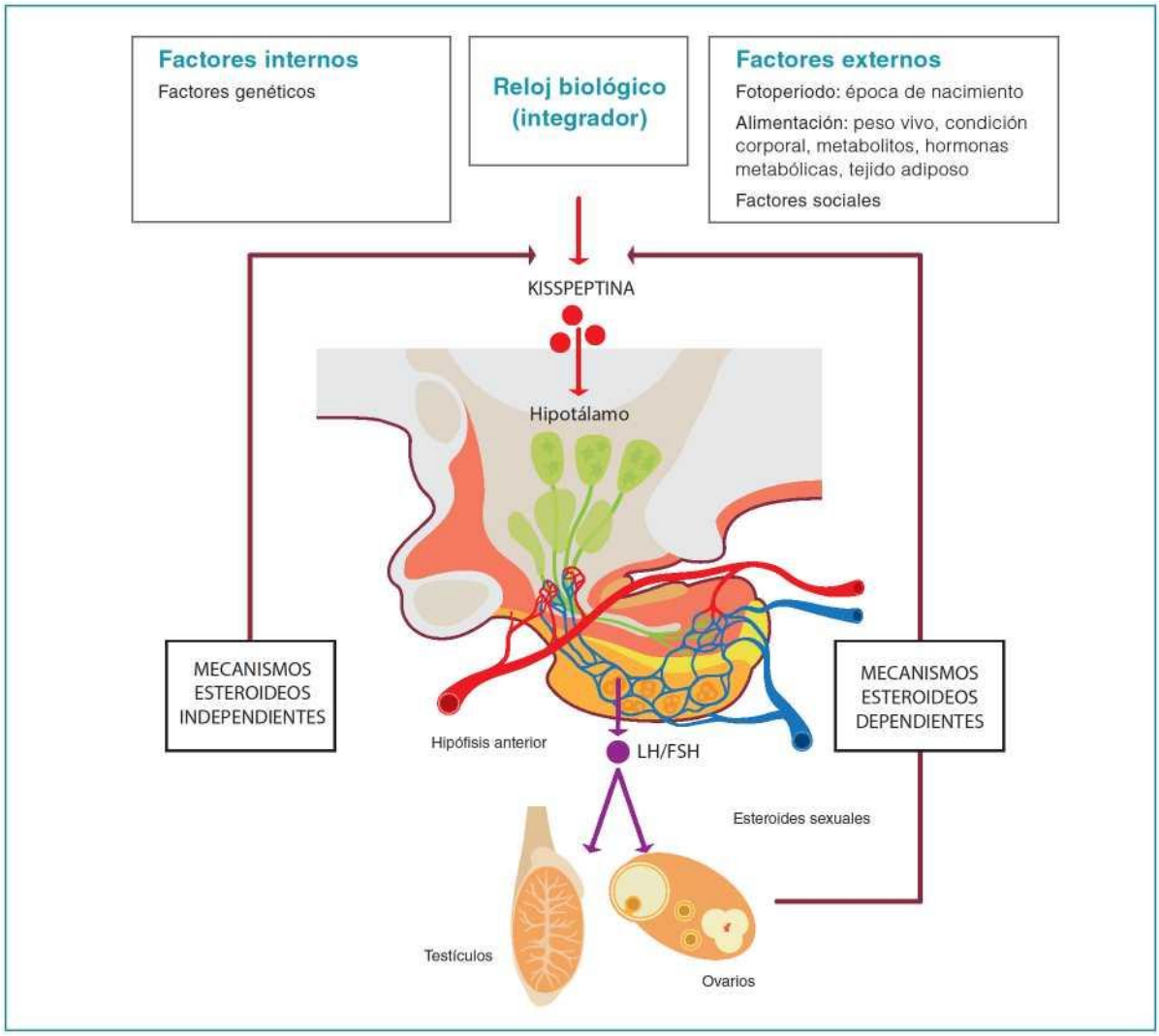


FIGURA 25.4. Integrarea semnalelor și a mecanismelor de control care reglează secreția hormonului de eliberare a gonadotropinei (GnRH) și debutul pubertății. (Adaptat și modificat după Sisk și Foster, 2004).

FACTORI DE MEDIU

Perioada nașterii

La speciile sezoniere, cum ar fi oile, caprele și caii, principalul factor este data nașterii (Foster, 1981) (Fig. 25.5), deoarece urmașii experimentează stimuli fotoperiodici diferiți care declanșează debutul pubertății. Oile și caprele se reproduc în zilele de scădere (toamnă/iarnă), astfel încât urmașii născuți toamna ating vârsta pubertară (7-8 luni) în timpul anestrului (primăvară-vară) și este foarte puțin probabil să prezinte estrus și să se poată reproduce în acea perioadă. Cu toate acestea, atunci când se nasc primăvara, vârsta de 7-8 luni coincide cu toamna-iarna, astfel încât femelele sunt mai predispuse să rămână gestante în primul an de viață. Zarazaga *și colab.* (2009) au demonstrat că sezonul nașterii este principalul factor care controlează debutul pubertății la capre, indiferent de nivelul de hrănire . Caii se reproduc în zilele de prelungire (primăvară/vară), astfel încât nașterile au loc în jurul aceleiași perioade a anului. Prin urmare, prima lor sarcină este la vârsta de 2-3 ani.

Starea nutrițională

Nutriția și relația acesteia cu greutatea vie, starea corporală , modificările metaboliților din sânge (glucoză, colesterol, trigliceride), neurotransmițătorii (cum ar fi kisspeptina) și hormonii metabolici (cum ar fi insulina, leptina și factorul de creștere asemănător insulinei 1 (IGF-1)) sunt indicatori esențiali ai debutului pubertății (Yelich *și colab.,* 1996). Există o relație strânsă între nutriție, dezvoltarea generală a animalului și dezvoltarea organelor sale de reproducere, cu ipoteze legate de debutul pubertății:

- Prima teorie consideră că animalul are nevoie de o greutate vie minimă pentru declanșarea pubertății (Frisch, 1988), fiind necesară 40-65% din greutatea vie la adult (Zarazaga *et al,* 2009; Gallego-Calvo *et al,* 2014). Prin urmare, retardul de creștere datorat subnutriției ar întârzia pubertatea.
- A doua este ipoteza „metabolică", care consideră greutatea și grăsimea corporală esențiale în schimbările metabolice care au loc în timpul pubertății. Conform acestei ipoteze, substanțele care oferă informații despre starea metabolică a animalului (metaboliți, hormoni sau o combinație a ambelor) acționează la nivel cerebral și determină dacă organismul este pregătit pentru pubertate, deoarece

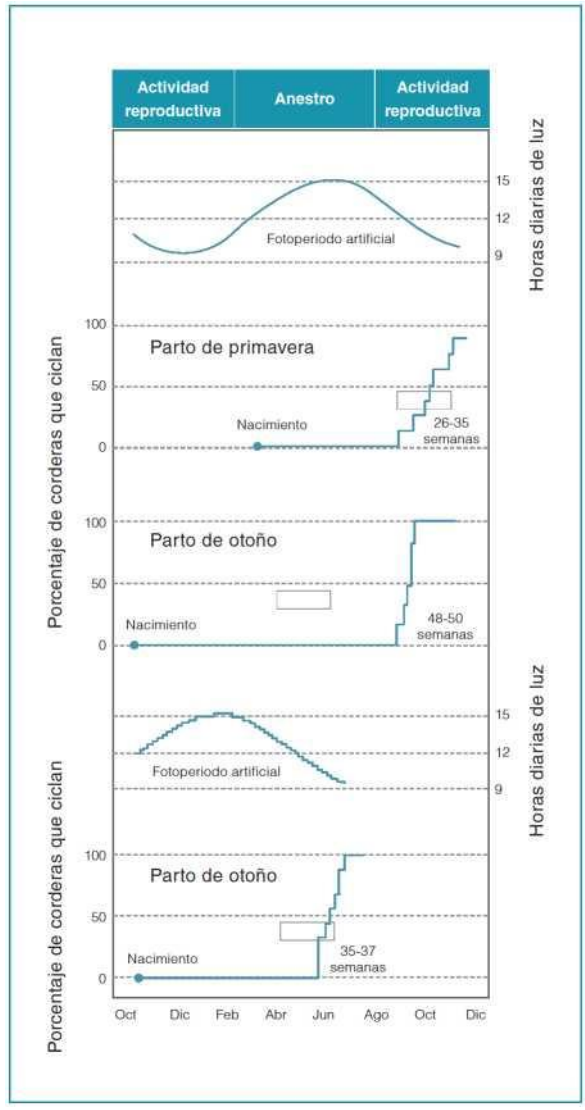


FIGURA 25.5. Efecto del fotoperiodo/época de nacimiento sobre el inicio de la pubertad en corderas de raza Suffolk (Foster y Ryan, 1981).

Necesită o stare metabolică minimă sau critică care să permită o creștere a frecvenței impulsurilor de GnRH (Foster și Nagatani, 1999). Acest semnal ar putea fi furnizat de leptină, principalul hormon metabolic care informează creierul despre starea corporală a animalului și modulează secreția de LH (Zieba *și colab.,* 2005), la fel ca și insulina (Tanaka *și colab.,* 2000). Astfel, nivelul rezervelor corporale este un factor determinant în raport cu debutul pubertății la capre (Gallego-Calvo *și colab.,* 2015) (Fig. 25.4).

Factori sociali

Interacțiunile dintre indivizi de același sex sau de sexe diferite produc efecte multiple care pot modula ciclul reproductiv, inclusiv pubertatea. La ovine, caprine și porcine, introducerea masculului avansează pubertatea (Chasles *și colab.,* 2018; Zarazaga *și colab.,* 2019) (fig. 25.4).

REFERINȚE

1. Chasles M, Chesneau D, Moussu C, Poissenot K, Beltramo M, Delga dillo JA, Chemineau P, Keller M. Căprioarele active sexual sunt un indiciu social critic care activează axa gonadotropă și debutul pubertății precoce la copii. *Horm Behav.* 2018;106:81-92.
2. Ebling JFP. Momentul neuroendocrin al pubertății. *Reproducere.* 2005;129:675-683.
3. Foster DL. Mecanismul întârzierii primei ovulații la mieii născuți în anotimpul greșit (toamna). *Biol Reprod* . 1981;25:85-92.
4. Foster DL. Pubertatea la oi. În: Knobil E, Neil JD (eds.). Fiziologia reproducerii. New York: Raven Press; 1994. pp. 411-47.
5. Foster DL, Karsch FJ. Dezvoltarea mecanismului care reglează creșterea preovulatorie a hormonului luteinizant la ovine. *Endocrionology.* 1975;97:1205-1209.
6. Foster DL, Nagatani S. Perspective fiziologice asupra leptinei ca regulator al reproducerii: rolul în momentul apariției pubertății. *Biol Reprod* . 1999;60:205-215.
7. Foster DL, Ryan KD. Mecanisme care guvernează debutul ciclicității ovariene la pubertate la miel. *Ann Biol Anim Biochim Biophys* . 1979a;19:1369.
8. Foster DL, Ryan KD. Mecanisme endocrine care guvernează tranziția la vârsta adultă: o scădere marcată a acțiunii de feedback inhibitor a estradiolului asupra secreției tonice de hormon luteinizant la miel în timpul pubertății. *Endocrinology* . 1979b;105:896-904.
9. Foster DL, Ryan KD. Mecanisme endocrine care guvernează tranziția la vârsta adultă la oile femele. *J Reprod Fert* . 1981;30:75-90.
10. Frisch RE. Obezitate și fertilitate. *Sci Am* . 1988;258:88-95.
11. Gallego-Calvo L, Gatica MC, Guzmán JL, Zarazaga LA. Rolul scorului condiției corporale și al greutății corporale în controlul reproducerii sezoniere la caprele Blanca Andaluza. *Anim Reprod Sci* . 2014;151:157-163.
12. Gallego-Bald L, Gatica MC, Celi I, Guzman JL, Zarazaga LA. Scorul condiției corporale este un factor critic care determină debutul pubertății la iezii de capră Blanca Andaluza. *Animal Prod* Sci Rev. 2015;55:1179–1183.
13. Gottsch ML, Cunningham MJ, Smith JT, Stern SM, Accommodation BV, Crowley WF, Seminar SB, Clifton DK, Steiner RA. Un rol al kiss-peptinelor în reglarea secreției de gonadotropină la șoarece. *Endocrinology* . 2004;145:4073–4077.
14. Seminar SB, Messenger S, Chatzidaki EE, Thresher RR, Acierno JS, Shagoury JK, Bo-Abbas Y, Kuohung W, Schwinof KM, Hendrick AG, Zahn D, Dixon J, Kaiser UB, Slaugenhaupt SA, Gusella JF, O'Rahilly S, A Carlton SA FBL, Crow, JRw, Carlton SAF, JRw Gena GPR54 ca regulator al pubertății. *N Engl J* Med 2003;349:1614–1627.
15. Sisk CL, Foster DL. Bazele neuronale ale pubertății și adolescenței. *Nat Neurosci.* 2004;7:1040-1047.
16. Tanaka T, Nagatani S, Bucholtz DC, Ohkura S, Tsukamura H, Maeda KI, Foster DL. Acțiunea centrală a insulinei reglează secreția pulsatilă a hormonului luteinizant la modelul ovin diabetic. *Biol Reprod* . 2000;62:1256-1261.
17. Terasawa E, Fernández DL. Mecanisme neurobiologice ale debutului pubertății la primate. *Endocr Rev.* 2001;22:111-151.
18. Yelich JV, Wettemann RP, Marston TT, Spicer LJ. Hormon luteinizant , hormon de creștere, factor de creștere asemănător insulinei-I, insulină și metaboliți, înainte de pubertate la juninci hrănite cu cereale în două rate. *Domest Anim Endocrinol* . 1996;13:325-338.
19. Zarazaga LA, Guzmán JL, Domínguez C, Pérez MC, Prieto R, Sán chez J. Nivelul de nutriție și sezonul nașterii nu modifică pubertatea ieziilor de capră Payoya. *Animal* . 2009;3:79-86.
20. Zarazaga LA, Gatica MC, Hernández H, Keller M, Chemineau P, Del gadillo JA, Guzmán JL. Răspunsul reproductiv la efectul masculin al caprelor femele de 7 sau 10 luni este îmbunătățit atunci când se utilizează masculi fotostimulați. *Animal* . 2019;13:1658-1665.
21. Zieba DA, Amstalden M, Williams GL. Rolurile de reglare ale leptinei în reproducere și metabolism: o analiză comparativă. *Domest Anim Endocrinol* . 2005;29:166-185.

CAPÍTULO 26

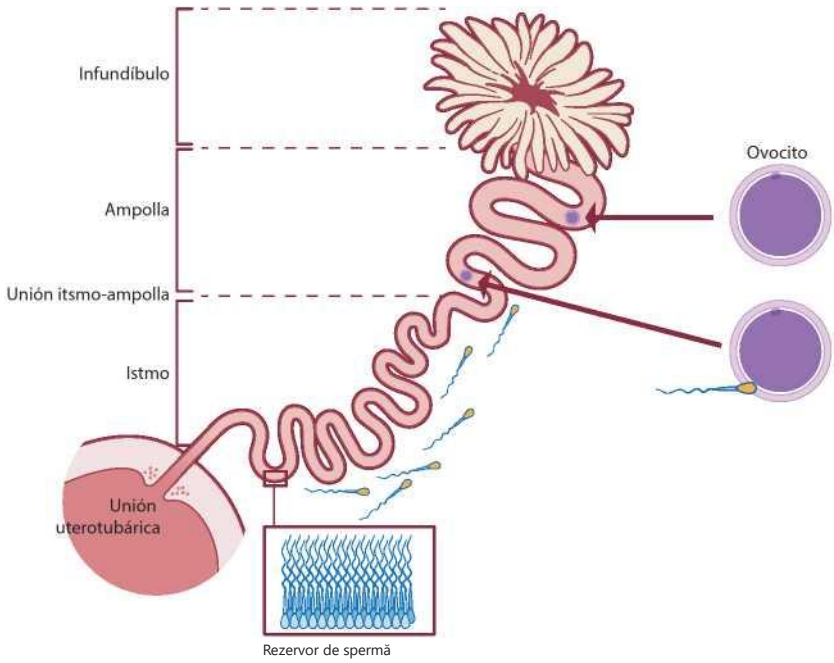
Fertilizarea și dezvoltarea embrionară timpurie

Joanna Maria Gonçalves Souza-Fabjan, Ribrio Ivan Tavares Pereira Batista, Jeferson Ferreira da Fonseca, Pascal Mermillod

Dezvoltarea embrionară preimplantatorie este esențială pentru o sarcină reușită la mamifere. Majoritatea pierderilor de sarcină au loc în primele zile, înainte ca embrionul să fie pregătit pentru implantare.

TRANSPORTUL GAMETILOR

Spermatozoizii trebuie să traverseze joncțiunea uterotubară și să ajungă în regiunea oviductului pentru a găsi ovocitul și pentru ca fertilizarea să aibă loc (Fig. 26.1). Fluxul de mucus cervical îndepărtează spermatozoizii nemotili, astfel încât doar cei mai sănătoși ajung în uter, unde cei mai slabi sunt eliminați prin fagocitoză. Odată ajunși în istm, spermatozoizii se leagă de celulele ciliate prin interacțiunea dintre reziduurile de carbohidrați prezente pe celulele epiteliale oviductale și - proteinele asemănătoare lectinei de pe capetele lor (Suárez, 2002), formând depozitul de spermatozoizi. Prin hiperactivare, aceștia inițiază o mișcare puternică a flagelilor lor și rup legătura cu celulele epiteliale, depășind mucusul vâscoelastic produs de celulele epiteliale oviductale pentru a ajunge la ampulă. Acest lucru este necesar pentru a deveni competenți să fertilizeze ovocitul (Tosti și Menezo, 2016). Pe de altă parte, după captarea sa de către fimbrii, complexul cumulus-ovocit este transportat la locul fertilizării prin mișcări ciliare și contracții ale mușchilor netezi, unde poate rămâne atașat de epiteliu pentru o perioadă variabilă.



CAPÍTULO 26

FIGURA 26.1. Transportul gameților (spermatozoizi necapacitați în roz, spermatozoizi capacitati în galben și ovocite mature în gri) către locul fertilizării.

FERTILIZARE

Fertilizarea implică o serie de modificări care apar în ovocit datorită interacțiunii și fuziunii sale cu spermatozoidul, inclusiv combinarea cromozomilor haploizi materni și paterni. Spermatozoidul interacționează cu celulele cumulus care înconjoară ovocitul pentru a inhiba activitatea enzimatică înainte de a adera la zona pellucidă (matricea extracelulară care înconjoară complet ovocitul). Aderența la zona pellucidă depinde de recunoașterea a patru proteine ZP (ZP1, ZP2, ZP3, ZP4) care formează matricea. Spermatozoidul se leagă de ZP3, suferă reacția acrozomală, apoi se leagă de ZP2, ceea ce îi permite să pătrundă în zona pellucidă și să ajungă în spațiul perivitellin. Fuziunea celor doi gameți este mediată de interacțiunea proteinei Izumo de pe spermatozoid și a receptorului său Juno de pe ovocit, într-o manieră specifică speciei. Acest eveniment duce la activarea ovocitelor, unde o cascadă de semnalizare care implică calciu declanșează reacția granulelor corticale și blochează polispermia prin modificarea ZP2 și ZP3. De asemenea, completează meioza, expulzează al doilea corp polar și formează pronucleii (materni și paterni). Chiar și în cadrul pronucleilor haploizi, replicarea ADN-ului are loc pe măsură ce se apropie unul de celălalt pentru singamie. Acest eveniment duce la embriogeneză și la începutul dezvoltării embrionare.

DEZVOLTAREA EMBRIONARĂ TIMPURIE

În trompele uterine, după fertilizare, embrionii unicelulari sunt proiectați spre uter prin peristaltism și mișcare ciliară, suferind în același timp transformări semnificative care le permit implantarea în cavitatea uterină (Tabelul 26.1). Din punct de vedere morfologic , aceste transformări implică scindarea embrionară, compresia și cavitația, modificări ale sintezei proteinelor, creșterea necesarului de energie și absorbția aminoacizilor (Fig. 26.1). Embrionul ajunge în uter într-un stadiu de dezvoltare specific speciei, la 46-48 de ore, 66-72 de ore și 72-84 de ore după fertilizare la porci, ovine și bovine, respectiv (Hyttel *et al.,* 2012).

Ecloziunea embrionară și activarea genomului.

Ecloziunea este definită ca diviziuni mitotice repetate ale zigoților, ceea ce duce la o creștere rapidă a numărului de celule (blastomeri) și la restabilirea raportului volum citoplasmă-nucleu (Fig. 26.2). În această perioadă, ciclul celular se reia în ovocit, iar citoplasma zigotului este distribuită printre celule până când se restabilește raportul volum nucleu-citoplasmatic adecvat pentru metabolismul celular. Diviziunile sunt mai rapide decât în celulele somatice (care nu au faze de creștere celulară).

TABELUL 26.1. Cronologia dezvoltării embrionare la diferite specii.

și capace	Specii		
	Bovin	*Oaie*	*Suina*
2 celule (h)	24	24	14-19
4 celule (h)	36	31 de ani	24
8 celule (h)	72	36	60
Blastocist (h)	168-192	144-168	120-144
Eclozare (h)	216-264	168-192	144
Alungirea embrionară (zile)	13-21	11-16	11-15
Activarea genomului embrionar	8-16 celule	8-16 celule	4-8 celule

și dau naștere la celule din ce în ce mai mici numite blastomere. Aceste diviziuni sunt sincrone până la stadiul de 16 celule (Fig. 26.3), urmate de diviziuni asincrone după compactare. După al treilea ciclu de diviziune celulară, embrionul ia forma unei mici mase de celule numită morulă.

După singamie, genomul zigotului este inactiv transcripțional pentru a permite reprogramarea într-o stare totipotentă. Treptat, genomul este activat printr-un proces cunoscut sub numele de tranziție materno-zigotică, care permite produselor genetice zigotice să le înlocuiască pe cele materne (Schulz și Harrison, 2019). Momentul acestei situații variază de la specie la specie (Tabelul 26.1).

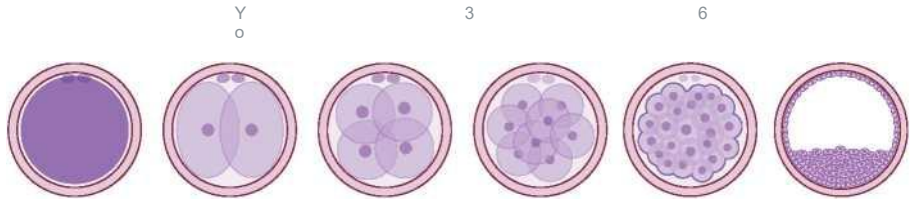


FIGURA 26.2. Evenimente cheie în timpul dezvoltării embrionare înainte de implantare. ICM: masa celulară internă; TE: trofectoderm.

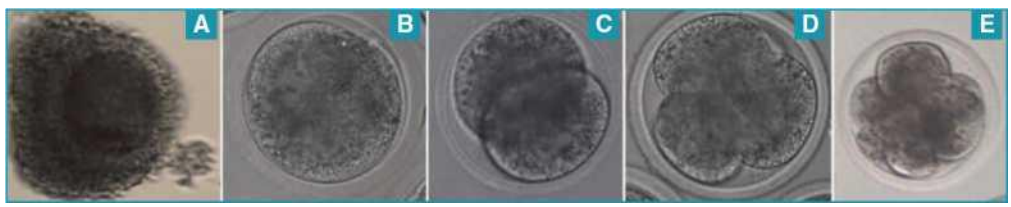


FIGURA 26.3. Dezvoltarea embrionilor de capră: complex cumulus-ovocit (A), ovocit gol (B) și embrioni cu 2 celule (C), 3-4 celule (D) și 4-8 celule (E).

Compactare

Compactarea este primul eveniment al diferențierii - morfologice și celulare (Fig. 26.2), ducând la formarea a două populații celulare: masa celulară trofectodermală și masa celulară internă. În timpul stadiului de 8, 16 sau 32 de celule (în funcție de specie), unele celule sunt induse să își schimbe fenotipul morfologic și funcțional într-o formă polarizată. Când acest embrion se divide sincron, formează două populații celulare: populația polarizată externă și populația internă nepolarizată. Polarizarea celulelor externe poate fi evidențiată prin migrarea nucleului bazal și acumularea apicală de actin, clatrină, endozomi și microvilii (Johnson și Ziomek, 1981). Există, de asemenea, diferențe între specii: la porci, apare în stadiul de 8 celule, în timp ce la rumegătoare, apare în stadiul de 16-32 de celule.

Formarea blastocistelor

Compactarea este o cerință pentru formarea unei cavități umplute cu lichid în centrul embrionului, numită blastocel. Acest proces are loc de obicei în uter și transformă morula într-un blastocist (Fig. 26.4). Prin compactarea embrionară, celulele trofectodermale încep să pompeze lichid în spațiile intracelulare și ulterior în spațiile extracelulare, formând cavitatea blastocel (Fig. 26.5).

Raportul dintre trofectoderm și masa celulară internă este de aproximativ 3:1. Aceasta din urmă dă naștere

embrionul și, mai întâi, placenta și membranele asociate . Masa celulară internă se diferențiază în două populații: hipoblast și epiblast. Hipoblastul are caracteristici epiteliale și formează o căptușeală internă sub epiblast și trofectoderm, o cavitate numită sacul vitelin timpuriu. În epiblast (responsabil pentru formarea embrionului), apare o mică cavitate intercelulară. Embrionul se extinde treptat, rupe zona pellucidă și evadează, un proces cunoscut sub numele de ecloziune (Fig. 26.6 și 26.7).

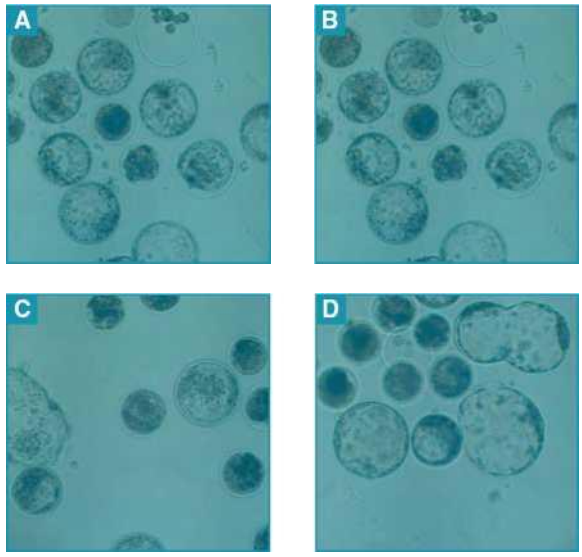


FIGURA 26.4. Blastocistos expandidos de cabra.

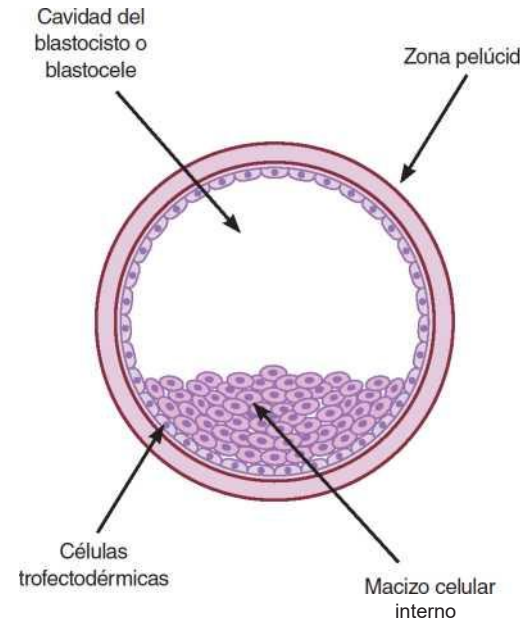


FIGURA 26.5. Blastocist care prezintă trofectodermul, masa celulară internă și blastocelul.

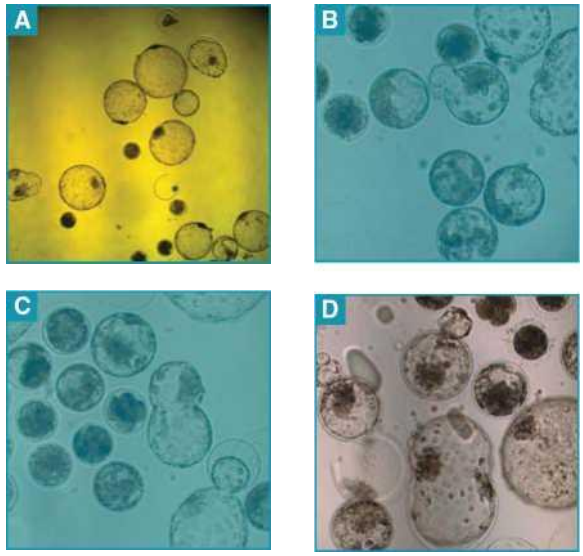


FIGURA 26.6. Blastociști de capră în curs de eclozare.

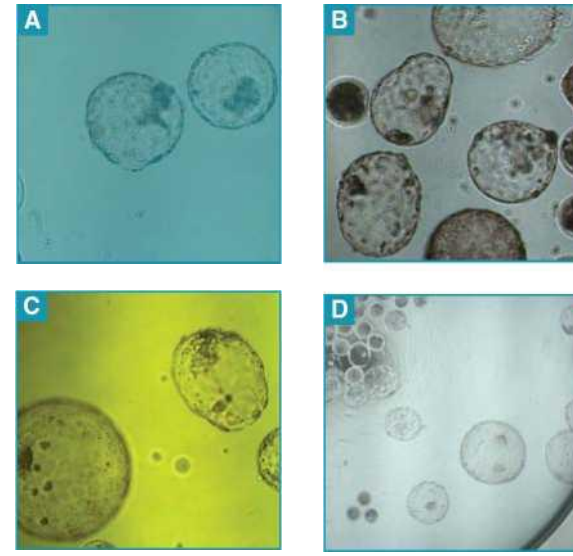


FIGURA 26.7. Blastociști de capră eclozați.

Alungirea blastocistului

După eclozare, la rumegătoare și porci are loc alungirea blastocistului. În timpul formării discului embrionar bilaminar (hipoblast și epiblast), trofectodermul, împreună cu hipoblastul subiacent, suferă o creștere rapidă. Deoarece masa embrionară totală nu crește în aceeași proporție cu lungimea, embrionul devine filiform și extrem de lung. La porci, embrionul crește de la o sferă cu diametrul de 1 cm în ziua 10 la o structură filamentoasă de aproximativ 1 m lungime până în ziua 13 (Tabelul 26.1).

REFERINȚE

1. Vejlsted M. Clivagem embryonária e blastulação. În: Hyttel P, Snowatz F, Ejlsted M. Embryologia veterinária. Elsevier; 2012. p. 68-78.
2. Johnson MH, Ziomek CA. Inducerea polarității în blastomerii cu 8 celule de șoarece: specificitate, geometrie și stabilitate. *J Cell Biol.* 1981;91:303-308.
3. Schulz KN, Harrison MM. Mecanisme care reglează activarea genomului zigotic. *Nat Rev Genet.* 2019;20:221-234.
4. Suarez SS. Formarea unui rezervor de spermatozoizi în oviduct. *Play Domest Anim.* 2002;37:140-143.
5. Tosti E, Menezo Y. Activarea gameților: cunoștințe de bază și aplicații clinice. *Hum Reprod Update.* 2016;22:420-439.

Recunoașterea maternă a sarcinii

Rodolfo Ungerfeld

El establecimiento y el desarrollo de la preñez requieren que se mantengan altas las concentraciones de progesterona, ya que esta estimula el cierre del cérvix y el aislamiento del útero del medio externo, determina la formación del tapón mucoso, estimula el desarrollo de las glándulas uterinas y bloquea la motilidad uterina. Si disminuye la concentración de progesterona, se pierde la gestación, por lo que la presencia del embrión debe implicar que se modifique la fisiología materna y se evite la luteolisis (ver cap. 5) (figs. 27.1 y 27.2). Si se produce la fertilización, deben desarrollarse interacciones entre el *conceptus* (embrión y membranas asociadas) y el útero que permitan que el embrión envíe señales para indicar su presencia en el organismo materno. Este proceso se conoce como reconocimiento materno de la preñez (fig. 27.3). Si el embrión no indica su presencia en el momento exacto (variable según las diferentes especies), se produce la luteolisis, de forma que no es posible continuar con la gestación.

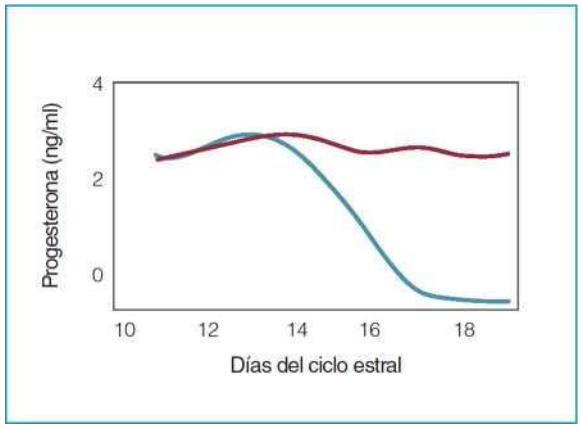


FIGURA 27.1. Concentraciones de progesterona en una oveja preñada (rojo) o vacía (azul) en el periodo en que se produce la luteolisis.

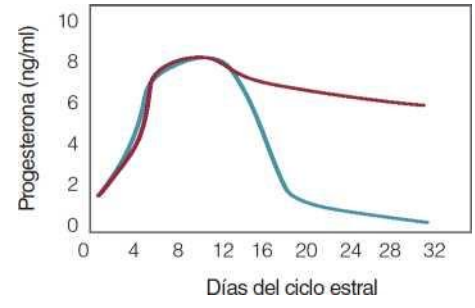


FIGURA 27.2. Concentraciones de progesterona en una yegua preñada (rojo) o vacía (azul) en el periodo en que se produce la luteolisis.

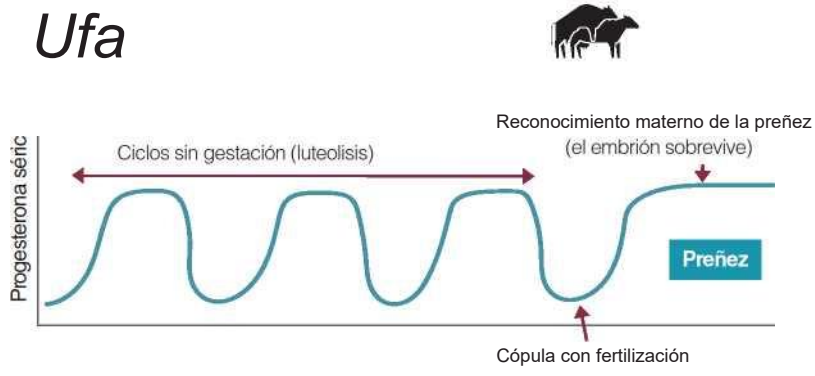


FIGURA 27.3. Concentrațiile de progesteron în trei cicluri estrale fără sarcină și la începutul gestației.

Las vías por las que la $PGF_{2\alpha}$ llega al ovario e induce la luteolisis varían según la especie, por lo que los mecanismos antiluteolíticos actúan también en función de esto. En el caso de los rumiantes, la PGF_{2a} se metaboliza en su mayor parte al pasar por los pulmones, por lo que es necesario que llegue de forma directa del útero al ovario que tiene el cuerpo lúteo. Por ello, existe un mecanismo local, a través de una anastomosis entre la vena uterina y la arteria ovárica, de forma que pase la PGF_{2a} directamente del cuerno uterino que la secreta al ovario que contiene el cuerpo lúteo para producir la luteolisis (fig. 27.4). En la yegua, la metabolización pulmonar es sensiblemente menor, por lo que es importante que la PGF_{2a} no llegue en cantidad suficiente por la circulación sistémica y, por tanto, está poco desarrollada la anastomosis arteriovenosa (fig. 27.4).

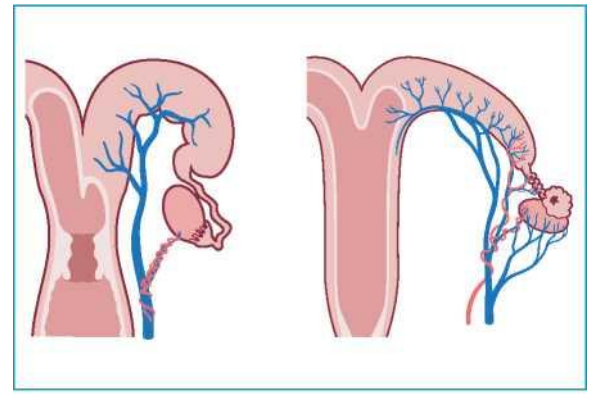


FIGURA 274. Anastomosis entre la vena uterina y la arteria ovárica en los rumiantes (izquierda) y en la yegua (derecha).

El embrión debe enviar las señales antes de que se desencadene el mecanismo luteolítico, lo que es anterior a que establezca el contacto estable con la pared endometrial (tabla 27.1). Las señales embrionarias difieren entre especies, y en muchas aún no se conocen claramente (tabla 27.2).

TABELUL 27.1. Zile post-estruale în care au loc procesele de recunoaștere maternă a gestației la diferite specii.

Femela speciei	Ziua în care ar trebui trimise semnalele embrionare	Ziua în care *conceptusul* intră în contact cu endometrul

TABELUL 27.2. Semnale embrionare implicate în recunoașterea maternă a sarcinii la diferite specii.

Femela speciei	Semnale embrionare
Vacă	IFN **-τ** bovin
Oaie	IFN- **OVINĂ**
Iepă	Estrogeni? Proteine (PP1, M1)?
Scroafă	Estrogeni
Cățea	Nu există.
Femei	Gonadotropină corionică umană (hCG)

IFN- **τ** : interferon **τ** .

RUMEGĂTOARE

Embrionul de rumegătoare produce o proteină, un interferon (IFN), care are proprietăți antivirale, imunosupresoare și antiproliferative, dar care acționează și ca un semnal pentru a preveni luteoliza. Trans-interferonul (IFN-τ) este produs exponențial din ziua 12 după estrus la ovine, adică înainte ca numărul receptorilor de oxitocină din endometru să înceapă să crească, prevenind astfel

declanșarea creșterii produșilor finali de glicare a progesteronului (PGIC). În plus, la ovine, concentrațiile de PGE2 din vena uterină și artera ovariană cresc de aproximativ patru ori între zilele 12 și 14 de gestație. Acest hormon are un efect protector asupra corpului galben și este produs de endometru, embrion sau ambele. În plus, endometrul bovinelor gestante produce un inhibitor endometrial al prostaglandin sintazei care reduce în mod specific producția de PGIC .

Pentru ca endometrul cornului uterin ipsilateral față de corpul galben să nu producă PGICα , sinteza receptorilor trebuie blocată pe întreaga sa lungime. Cu toate acestea, embrionul de ovine măsoară puțin peste 300 µm în ziua 9, așa că, pentru a-și transmite semnalul în tot cornul, acesta suferă o alungire foarte rapidă a membranelor sale, ajungând la - aproape 20 cm în ziua 16 (Fig. 27.5 și 27.6). Acest lucru permite blocarea sintezei receptorilor de oxitocină în tot cornul.

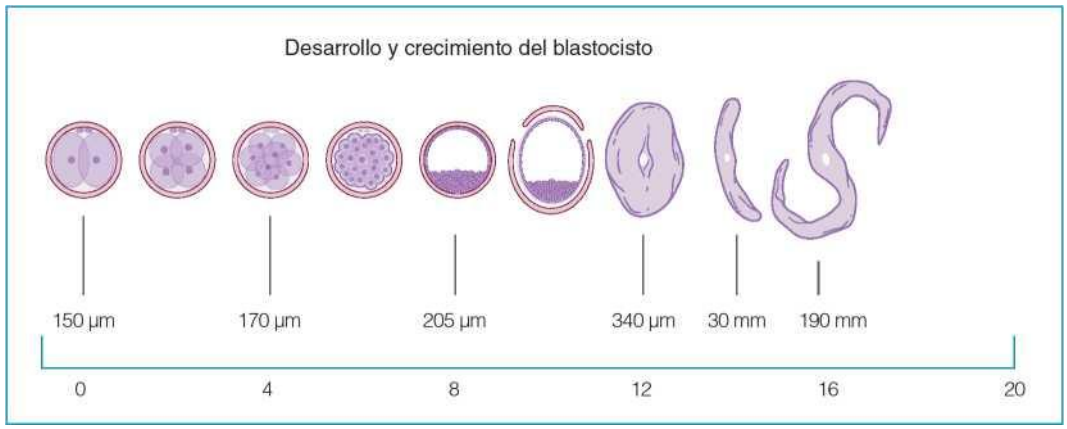


FIGURA 27.5. Mărimea conceptului *ovin* în funcție de ziua post-estru.

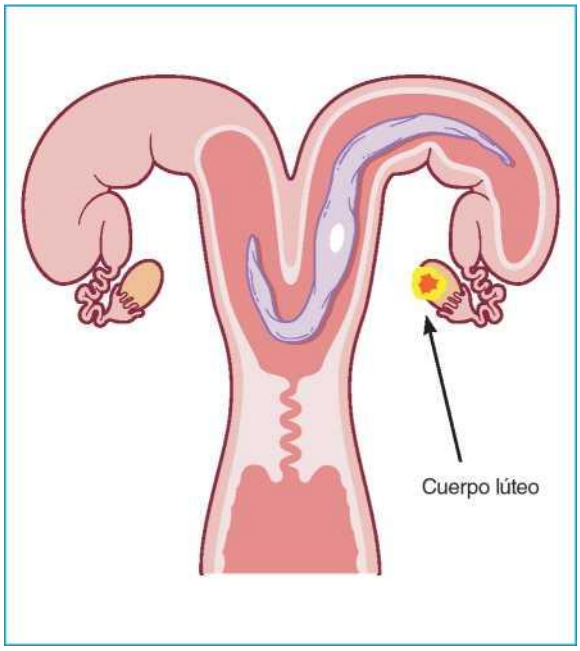


FIGURA 27.6. Localización del *conceptus* elongado en un útero de rumiante.

CABALINE

Contactul embrionar cu întregul endometru este necesar , deoarece la iapă, secreția de PGF2α de către oricare dintre cornurile uterine este suficientă pentru a induce luteoliza. Prin urmare, deoarece elongația singură nu ar fi suficientă pentru a acoperi ambele coarne, embrionul migrează în interiorul uterului de la un corn la altul de mai multe ori pe zi între zilele 12 și 14 de gestație (Fig. 27.7). Embrionul inhibă producția de PGF2α de către endometrul uterin, deși semnalul pe care îl transmite este încă neclar. Se speculează că estrogenii și anumite proteine secretate de embrion, sau de ambele, ar putea fi semnalele pentru recunoașterea maternă a sarcinii la iapă. Se sugerează că aceste semnale previn, de asemenea, o creștere a numărului de receptori de oxitocină, deși s-a raportat și o scădere a afinității lor pentru hormon.

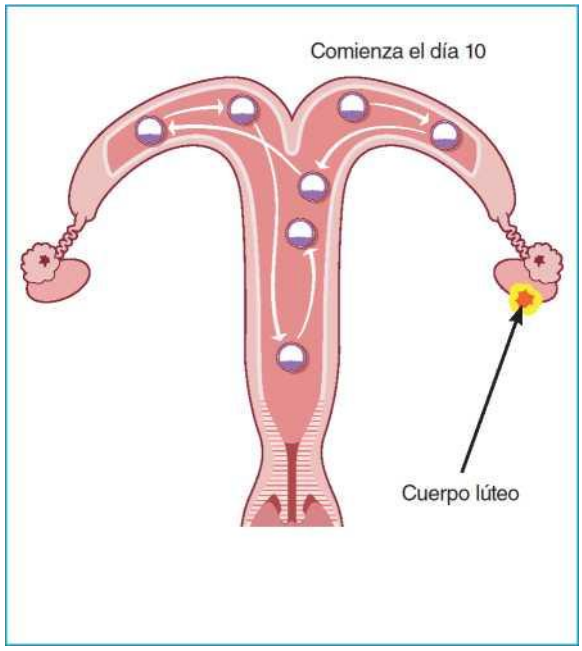
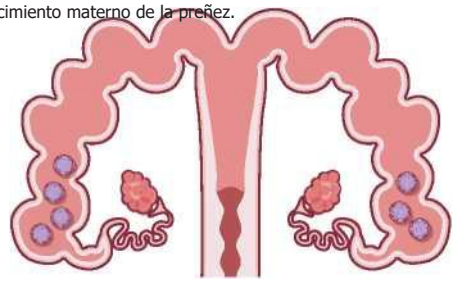
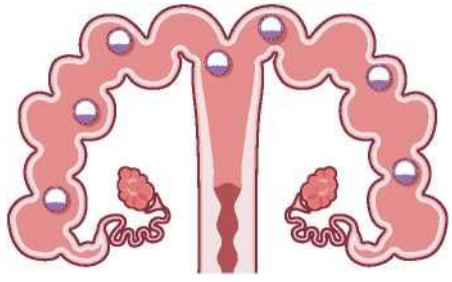


FIGURA 27.7. Ubicación del *conceptus* equino durante el periodo de reconocimiento materno de la preñez.



Zilele 7-8



Zilele 10-11

SUINOS

La scroafă, trebuie să existe cel puțin doi embrioni per corn uterin în momentul recunoașterii gestației de către mamă; altfel, semnalele sunt insuficiente pentru a preveni luteoliza. Acești embrioni se alungesc, de asemenea, pentru a acoperi întreaga suprafață endometrială a ambelor coarne (Fig. 27.8 și 27.9). Embrionii produc estrogeni, care sunt principalul semnal embrionar pentru recunoașterea gestației de către mamă, având loc între zilele 11 și 12 de gestație (Fig. 27.10). Spre deosebire de alte specii, estrogenii nu inhibă producția de PGF de către endometrul uterin, ci modifică direcția în care este secretat hormonul. În loc să fie secretat în fluxul sanguin, acesta este secretat în lumenul uterin (un proces cunoscut sub numele de sechestrare a prostaglandinelor) și, prin urmare, nu ajunge în sânge pentru a declanșa luteoliza. Când celulele glandelor endometriale primesc efectul estrogenilor din sânge, ele eliberează PGF-ul pe care îl produc în fluxul sanguin. Se crede că, la primirea de estrogeni din lumenul uterin, secreția este redirecționată în lumenul uterin.

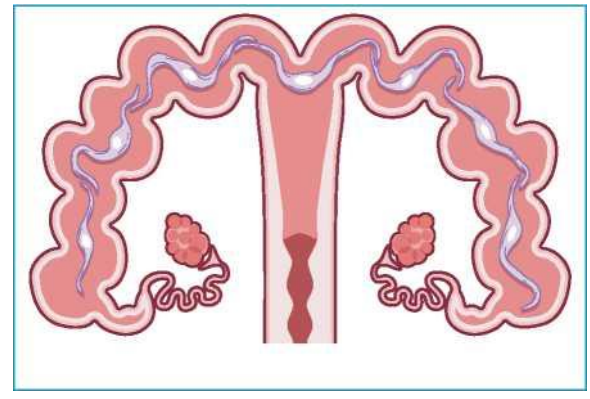


FIGURA 27.9. Alungirea *conceptusului porcin* .

FIGURA 278. Localizarea secvențială a *conceptului porcin* între zilele 7 și 11 post-estru.

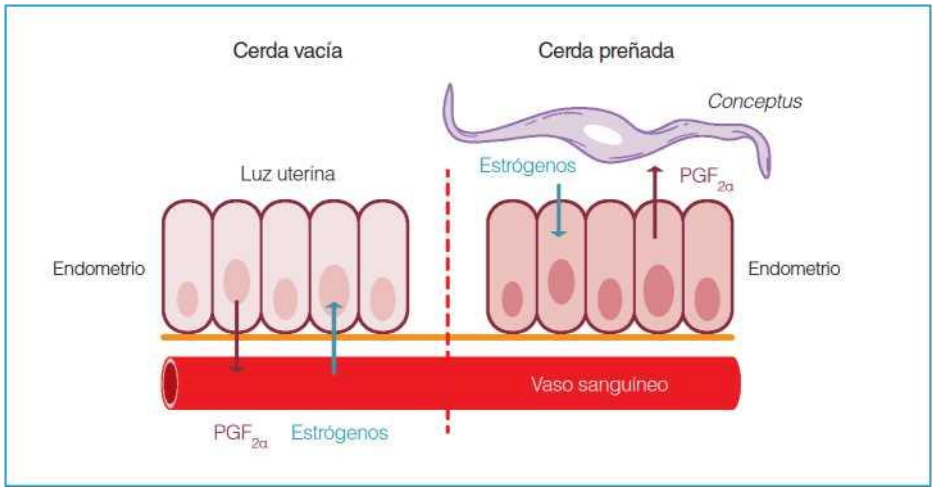


FIGURA 2710. Mecanismul de recunoaștere maternă a gestației la scroafă.

ALTE SPECII

Cățeaua nu necesită semnale specifice, deoarece corpul luteal al ciclului estral are o durată similară cu cea a sarcinii. La primate, inclusiv la femei , corionul produce o gonadotropină (hCG la femei) care are un efect luteotrop și susține corpul luteal să rămână activ (Fig. 27.11). hCG poate fi detectat în sângele periferic al femeilor la 8-10 zile după ovulație. În plus, s-a propus că o proteină cunoscută sub numele de factor de sarcină timpurie (EPF) este implicată în blocarea luteolizei.

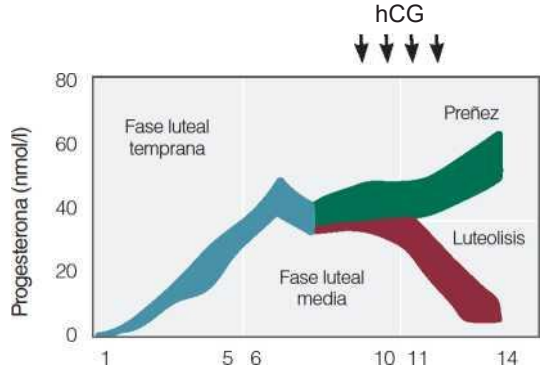


FIGURA 27.11. Modificări ale secreției de progesteron asociate sau nu cu secreția de gonadotropină corionică umană (hCG) la femei.

Placenta și placentația la mamiferele domestice

Claudio Barbeito

Embrionii pot avea nutriție lecitotrofă, derivată din gălbenușul ovocitului, sau nutriție matrotrofă, bazată pe substanțe produse de mama însărcinată. Nutriția matrotrofă poate include formarea placentei, organ care a apărut în mod repetat pe parcursul evoluției. Placenta este prezentă la unii pești osoși și cartilaginoși, șopârle, șerpi și la toate marsupialele și mamiferele euteriene (un grup care include specii domestice și de laborator). La acestea din urmă, atinge cea mai mare complexitate și diversitate și este definită ca un organ tranzitoriu format din țesuturi embrionare/fetale și materne care permite schimburi fiziologice și minimizează posibilitatea de respingere de către sistemul imunitar matern. Placentația este procesul de la început până la sfârșitul formării organului. La euteriene, placenta este întotdeauna formată din endometru (componenta maternă) și unele membrane extraembrionare (componenta embrionară/fetală), așa cum se poate observa în Figura 28.1.

Placentația necesită implantare, care este uniunea dintre embrion și endometru . La mamiferele domestice, implantarea este întotdeauna centrală sau superficială (în lumenul uterin); implantarea excentrică (într-o cavitate care se conectează la lumenul uterin) este caracteristică șobolanilor și șoarecilor; iar implantarea interstițială (în grosimea endometrului) este caracteristică oamenilor și cobailor.

Placenta funcționează ca sistem digestiv, respirator, excretor, endocrin și imunitar prenatal. Aceasta diferă pentru fiecare specie, prezentând o variabilitate considerabilă și este de obicei clasificată conform diverselor criterii. Tabelele 28.1-28.4 prezintă aspectele morfologice cheie ale placentației la diferite specii.

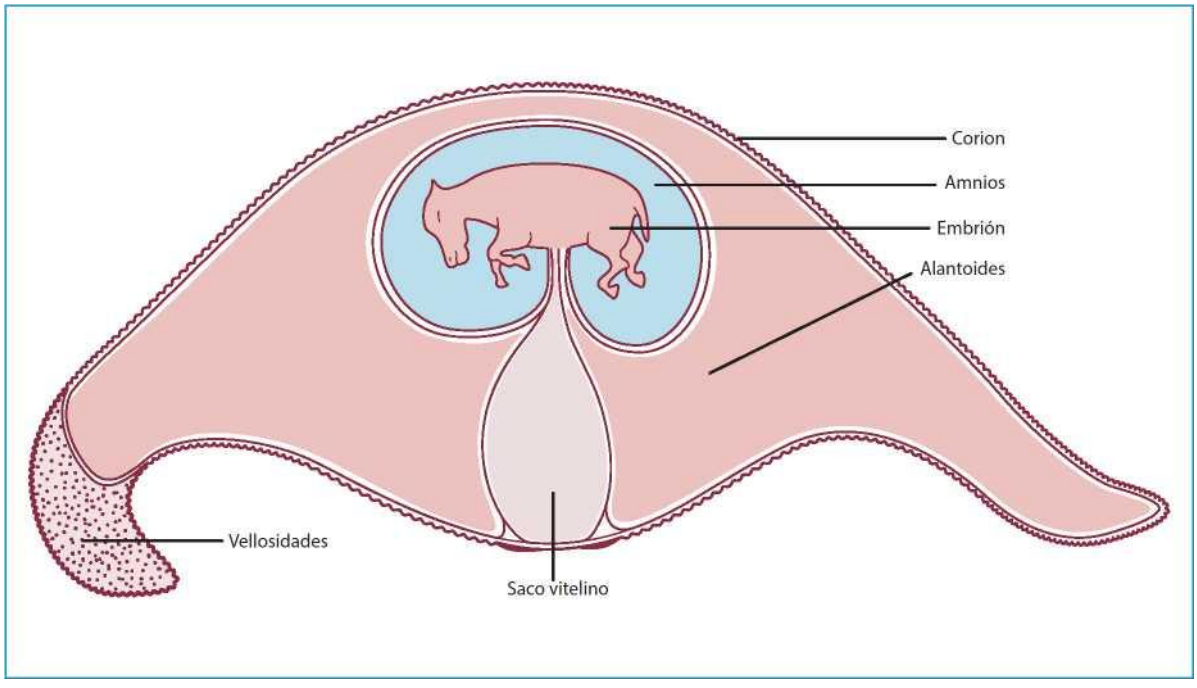


FIGURA 28.1. Anexe embrionare în sacul fetal al unui cal.

CAPÍTULO 28

CLASIFICĂRI ALE PLACENTEI

Clasificare în funcție de originea vilozităților

Corionul face parte din componenta embrionară/fetală a placentei. Este membrana cea mai externă și are un epiteliu, trofoblast sau trofoectoderm care intră în contact cu endometrul și un strat de mezoderm extraembrionar. Corionul produce evaginații, vilozități corionice, care măresc suprafața de contact. Regiunile cu vilozități constituie corionul vilos sau frondos; cele cărora le lipsesc, corionul neted. Vasele de sânge nu se formează în corion, acesta trebuie să fuzioneze cu membranele angiogenice, cum ar fi sacul vitelin sau alantoida. La începutul gestației, apare o placentă coriovitelină (bine dezvoltată la cabaline și carnivore), deși placenta corioalantoidică este placenta definitivă la toate euteriene. La unele mamifere (de exemplu, rozătoare), există și o placentă vitelină inversată care persistă pe tot parcursul gestației.

Clasificare în funcție de eliminarea țesuturilor materne în timpul nașterii (clasificare obstetrică)

Stroma endometrială poate reacționa la implantare (reacție deciduală). Dacă această reacție este extinsă (rozătoare, oameni), componentele materne sunt expulzate în timpul fătării, iar placentele sunt deciduoase. La speciile domestice, reacția este fie absentă, fie ușoară și nu sunt expulzate resturi endometriale: aceste placente sunt deciduoase. Rumegătoarele elimină o parte din endometru (carunculele) la câteva zile după fătare: placentele lor sunt semideciduoase.

Clasificarea după morfologia vilozităților

Placentele viloase ale rumegătoarelor, cabalinelor și oamenilor au vilozități degetale. La placentele rugoase (la porci), acestea au formă de creastă. La placentele lamelare (la feline), acestea seamănă cu frunzele, iar la placentele labirintice (la rozătoare, la canini), acestea sunt neregulate.

Clasificare în funcție de distribuția vilozităților coriale (clasificare anatomică sau Strahl)

Porcii, caii și camelidele au placente difuze, la care vilozitățile acoperă întregul corion. La porci, este semidifuză deoarece există anexe terminale netede necrotice (fig. 28.2 și 28.3).

Rumegătoarele au o placentă cotiledonară (fig. 28.4), cu grupuri de vilozități foarte

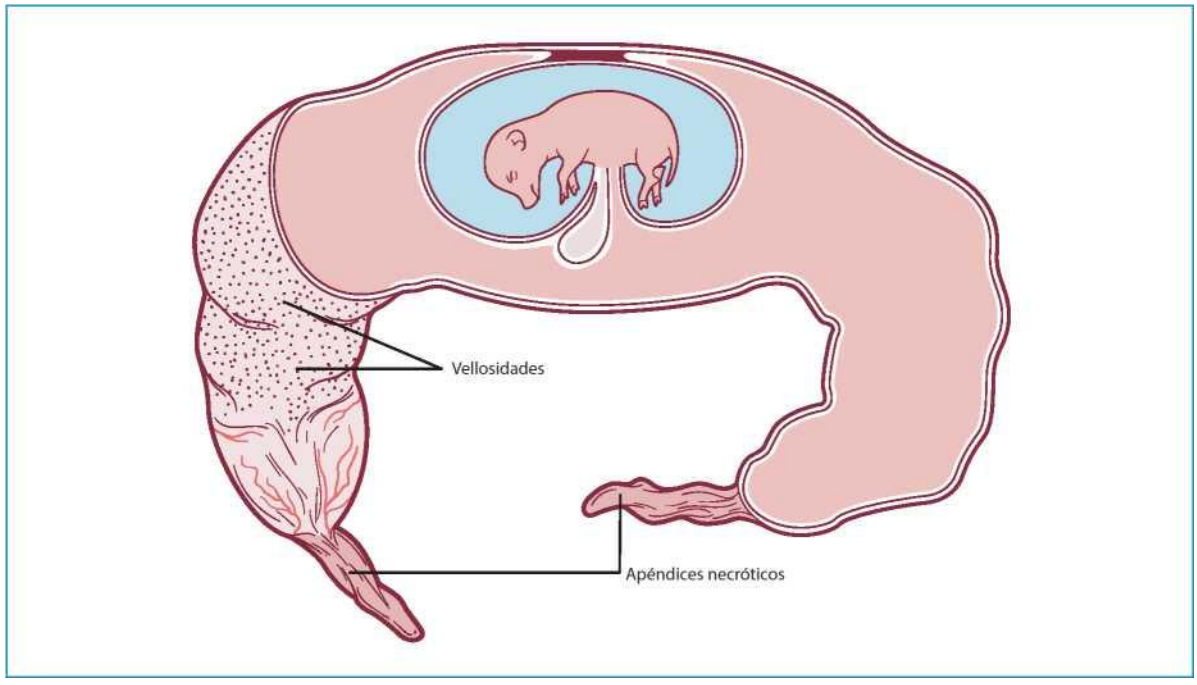


FIGURA 28.2. Placentă difuză (porc). Vilozitățile sunt observate în tot sacul fetal, cu excepția capetelor, care sunt anexele necrotice ale placentei fetale de porc.

Zonele vascularizate (cotiledoanele) sunt atașate de zone endometriale avasculare (caruncule). Joncțiunea cotiledon-carunculă este placentomul (Fig. 28.5 și 28.6). Rumegătoarele domestice au aproximativ o sută de cotiledoane. În timpul histogenezei placentoamelor, inducțiile reciproce determină ca acestea să se intercaleze strâns. Placentoamele la bovine sunt convexe; la ovine, concave; iar la caprine, au formă de creastă. Acestea cresc în diametru în timpul gestației: la vaci, ajung la 5-6 cm.

FIGURA 28.3. Placentă difuză (porc). AN: apendice necrotic. (Imagine oferită de Delia Williamson și Carolina Vélez).

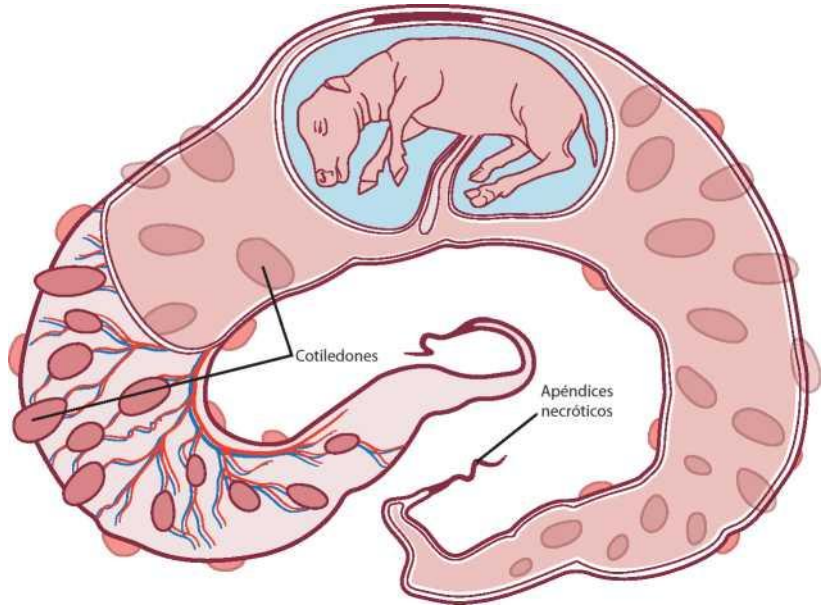


FIGURA 28.4. Placentă cotiledonară (bovină). Se observă vilozități grupate în cotiledoane, precum și anexe necrotice.

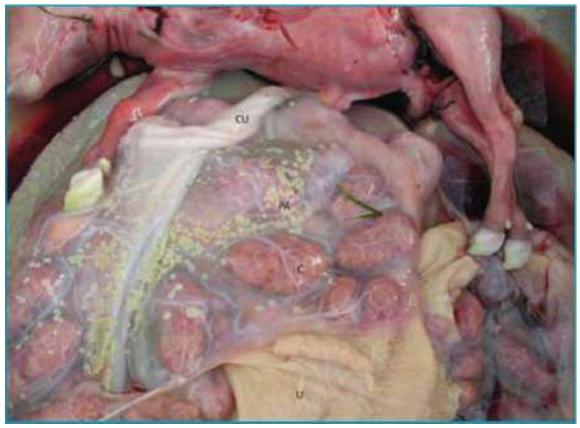


FIGURA 28.5. Placentă cotiledonară (bovină). Fătul este atașat de placentă prin cordonul ombilical (CU), în care cotiledoanele (C) sunt vizibile. În jurul cordonului ombilical sunt vizibile plăcile amniotice (AP) alb-gălbui; acestea sunt îngroșări normale ale epiteliului amniotic, cu diametrul de aproximativ 1 cm, care dispar înainte de mijlocul gestației. În unele zone, uterul (U) este păstrat. (Imagine oferită de María Fiorella Alvarado Pinedo).

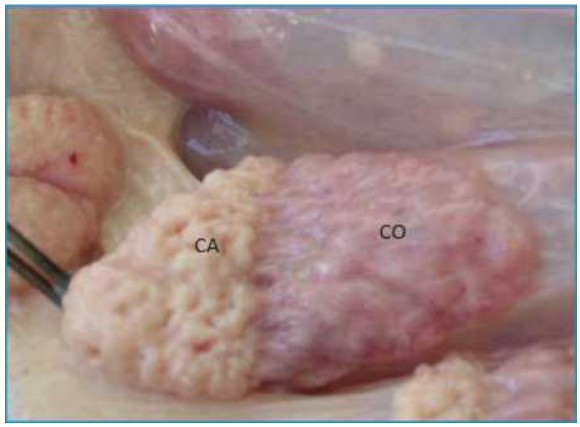


FIGURA 28.6. Placentom (bovin). Se observă un placentom alcătuit din cotiledonul fetal (CO) și caruncula uterină (CA). (Imagine oferită de María Fiorella Alvarado Pinedo).

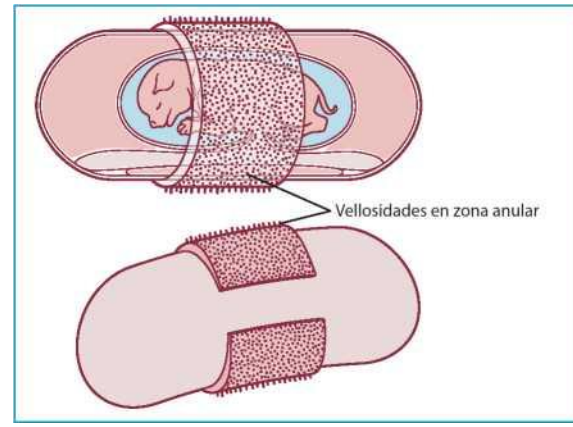


FIGURA 28.7. Placentă inelară sau zonală. În imagine, vilozitățile sunt grupate ca un singur inel (canini, feline) și în cel inferior, ca două inele incomplete (dihor).

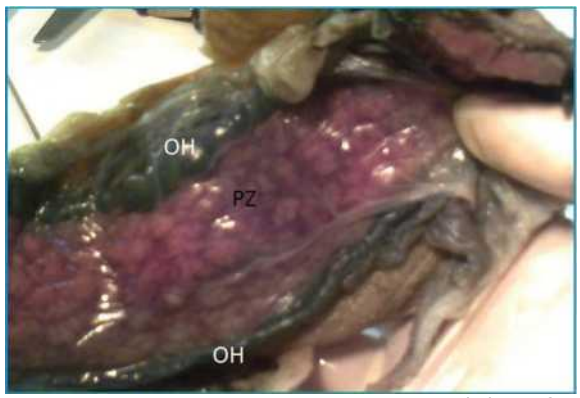


FIGURA 28.8. Placentă inelară sau zonală (canină). Organele hematofage periferice (HO) sunt vizibile , iar în centru, placenta zonală (PZ). (Imagine oferită de Mónica Diessle; http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/81819) .

La rozătoare și la om, vilozitățile formează un disc (placentă discoidă) (fig. 28.9 și 28.10).

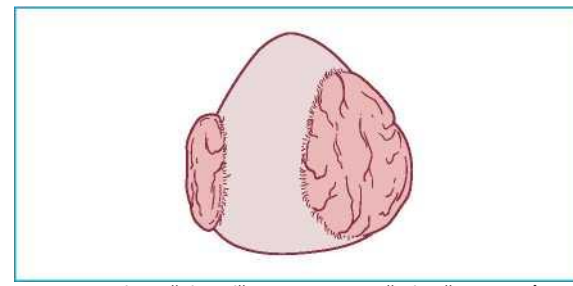


FIGURA 28.9. Placentă discoidă. Imaginea prezintă vilozități grupate în formă circulară.

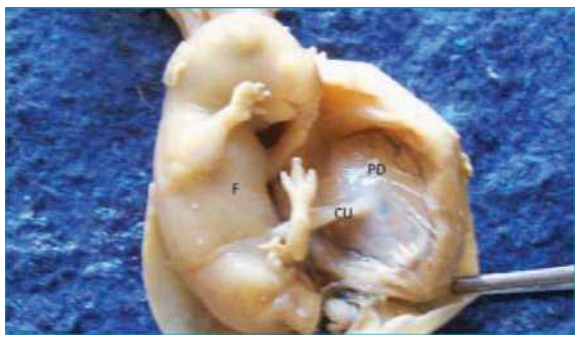


FIGURA 28.10. Placentă discoidă. Imaginea prezintă placenta discoidă a viscacei simple *(Lagostomus maximus),* foarte asemănătoare cu cea a cobaiului. Fătul (F) este atașat prin cordonul ombilical (CU) de placenta discoidă (PD), cu vilozitățile grupate într-un model circular. (Imagine oferită de Mirta Alicia Flamini).

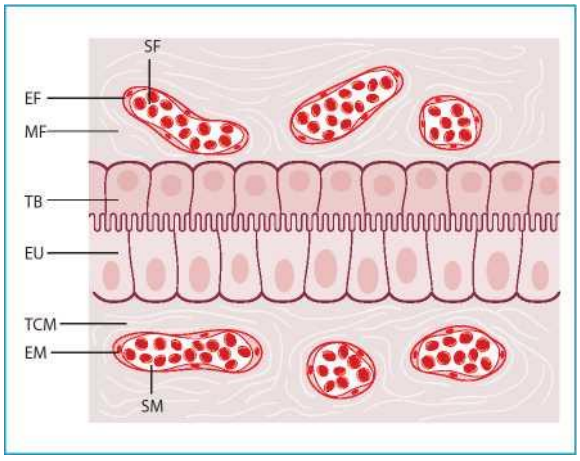
Clasificare conform barierei placentare (clasificare histologică sau Grosser)

Această clasificare se bazează pe numărul de straturi din bariera placentară care separă sângele fetal de cel matern. Când este completă, are șase straturi: endoteliul matern, țesutul conjunctiv endometrial, epiteliul uterin, trofoblastul (epiteliul corionic), mezenchimul corioalantoidian (sau coriovitelin) și endoteliul fetal. În alte cazuri, straturile materne sunt pierdute, de unde și clasificarea.

În placenta epiteliocorială (cabine, porcine, camelide) (Fig. 28.11) , toate straturile sunt menținute, deși uneori sunt foarte subțiri și, în general, difuze. În aceste placente apar areole, zone microscopice unde epiteliile sunt separate prin secreții provenite de la glandele uterine. În aceste zone,

trofoblastul este puternic endocitar. Acestea sunt zone de - nutriție histiotrofică importantă (vezi secțiunea despre fiziologia placentei de mai jos).

Rumegătoarele posedă o placentă epiteliocorială, dar de tip sinepiteliocorial (Fig. 28.12). Epiteliul uterin fuzionează cu celule gigante trofoblastice (în general binucleate) pentru a forma, în placenta matură, sinciții (rumegătoare mici) sau celule trinucleate (bovine). Celulele gigante (cu funcție endocrină neabsorbtivă), care sunt frecvent binucleate (celule gigante binucleate sau diplocariocite), migrează din epiteliul corionic și ajung în epiteliul endometrial, cu care pot fuziona . Aceste celule gigante nu sunt absorbante, ca restul trofoblastului, dar secretă hormoni.



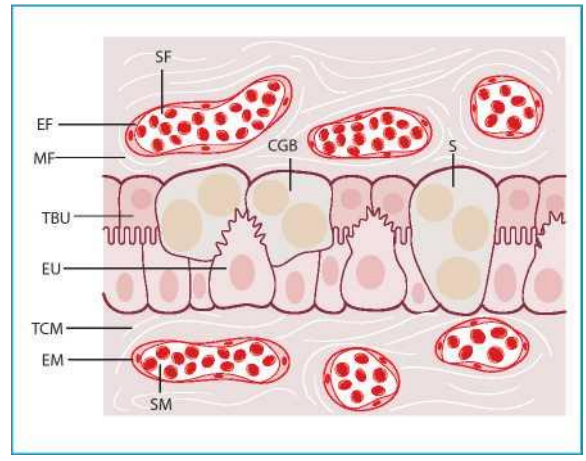
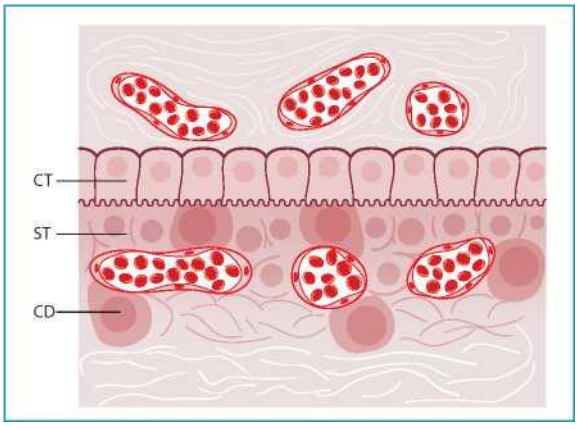


FIGURA 28.11. Placentă epiteliocorială. Se observă o barieră placentară completă . Sângele fetal (SF) este separat de sângele matern (SM) prin endoteliul fetal (FE), mezenchimul fetal (FM), trofoblastul (TB), epiteliul uterin (UE), țesutul conjunctiv matern (TCM) și endoteliul matern (EM).

FIGURA 28.12. Placentă sinepiteliocorială (bovină). Trofoblastul se divide în celule gigante binucleate (GBC) și trofoblast uninucleat (UTC). O parte din epiteliul uterin (UE) fuzionează cu GBC-urile pentru a forma sincițiile (S), care în placenta bovină definitivă sunt în general limitate la celule trinucleate. FE: epiteliu fetal; EM: endoteliu matern; MF: mezenchim fetal; SF: sânge fetal; SM: sânge matern; MCT: țesut conjunctiv matern.



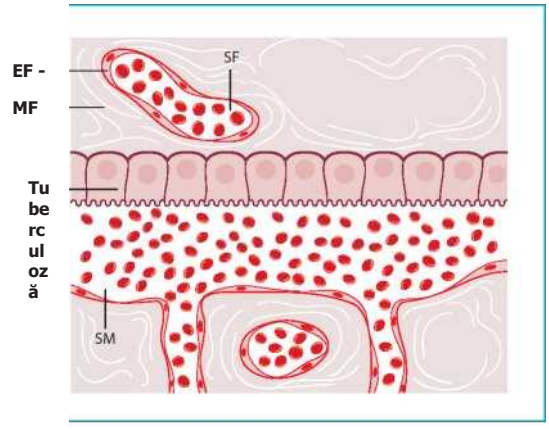


FIGURA 28.13. Placentă endoteliocorială (felină). Epiteliul uterin dispare, iar țesutul conjunctiv matern este limitat la celulele deciduoase (DC), care sunt foarte evidente la feline. Trofoblastul se divide în citotrofoblast (CT) și sincitiotrofoblast (ST). FE: epiteliu fetal; EM: endoteliu matern; MF: mezenchim fetal; SF: sânge fetal; SM: sânge matern.

FIGURA 28.14. Placentă hemochorială. În acest tip de placentă, toate straturile materne sunt absente. FE: epiteliu fetal; MF: mezenchim fetal; SF: sânge fetal; SM: sânge matern; TB: trofoblast.

În placenta endoteliocorială, tipică carnivorelor, epiteliul și stroma endometrială dispar, iar capilarele materne intră în contact cu trofoblastul. La feline (Fig. 28.13), celulele deciduale de origine fibroblastică maternă sunt proeminente. Trofoblastul se divide în sincițiotrofoblast fără limite celulare, în contact cu vasele materne, și citotrofoblast cu limite, din care provine sincițiul.

În placentele hemocoriale (rozătoare, oameni) (Fig. 28.14) , toate straturile materne sunt pierdute, iar epiteliul corionic este în contact cu sângele matern. Acestea posedă sincițiu și citotrofoblast. Pot exista unul, două sau trei straturi de trofoblast.

FIZIOLOGIA PLACENTARĂ

Funcții legate de schimb

Placenta reglează schimbul dintre embrion/făt și mamă. Nutrienții trec de la mamă la embrion/făt, iar produsele reziduale trec în direcția opusă. Nutriția embrionului/fătului poate fi histiotrofică sau hemotrofică. În prima situație, trofoblastul obține nutrienți din resturile celulare și secrețiile glandelor uterine. Acest lucru este esențial la începutul gestației, deși poate persista pe tot parcursul gestației. Unele substanțe eliberate de histiotrof sunt necesare pentru creșterea și dezvoltarea placentei și embrionului. Acest tip de nutriție apare la unele specii în paraplacentă, formată din zonele corionului unde vilozitățile nu se dezvoltă sau în areolele menționate anterior.

În nutriția hemotrofică, caracteristică regiunilor corionice cu vilozități, trofoblastul încorporează substanțe din sângele matern.

Gazele și apa traversează placenta prin difuzie simplă, dar apa utilizează și acuaporine. Glucoza și aminoacizii sunt transportați prin difuzie facilitată. Sunt prezente pompe de transport ionic. Fierul, necesar eritropoiezei, poate fi endocitozat legat de proteine de legare (uteroferina, secretată de glandele uterine la cai și porci, sau transferina sanguină la rozătoare și oameni) sau poate proveni din fagocitoza globulelor roșii din zone speciale numite organe hematofage (aranjate ca două benzi de o parte și de alta a vilozităților corionice la câini și pisici sau la baza cotiledonilor la rumegătoare).

Marea variabilitate a mecanismelor de transport placentar face foarte dificilă extrapolarea datelor privind transportul unei substanțe de la o specie la alta.

Funcții endocrine

Hormonii placentari (gonadotropine, estrogeni, progesteron, lactogeni, leptine, IGF-2, relaxină etc.) acționează atât asupra mamei, cât și asupra embrionului/fătului. Progesteronul placentar menține sarcina la speciile la care corpul luteal dispare în timpul gestației. Leptinele sunt regulatori metabolici. IGF-2 este un regulator cheie al creșterii fetale și placentare. Lactogenii (înrudiți cu hormonul de creștere și prolactină) sunt produși la oameni, șobolani și rumegătoare; la acestea din urmă, celulele trofoblastice secretoare sunt celulele gigante care nu participă la schimb, dar secretă diverși hormoni. Celulele gigante ale rumegătoarelor secretă, de asemenea, glicoproteine asociate sarcinii. Pot exista zone specializate pentru producerea de hormoni, cum ar fi cupele endometriale la cai, care secretă eCG.

Funcții imunitare

Interfața materno-fetală este un loc al privilegiului imun . Mecanismele implicate sunt multiple și diferă între specii. Acestea includ absența sau variația antigenelor de histocompatibilitate în trofoblast, prezența anticorpilor asimetrici care se leagă de antigene fără a produce un răspuns imun și modificări ale distribuției și concentrației locale de celule (limfocite, celule natural killer etc.) și citokine. În timpul implantării, predomină un răspuns proinflamator (de tipul asociat cu celulele T helper 1 [Th1]); în cea mai mare parte a gestației, acesta este antiinflamator (celule T helper 2 [Th2]) pentru a preveni respingerea și devine din nou proinflamator în apropierea nașterii.

Aspecte moleculare ale placentației

În placentele epiteliocoriale, implantarea este limitată la aderență. Moleculele implicate în aderență sunt în mare parte glicoproteine transmembranare (caderine, selectine și integrine). În placentele mai invazive, are loc degradarea, mediată în principal de metaloproteinaze, culminând cu nidație sau implantare definitivă.

Modificările epigenetice sunt foarte importante în timpul placentației, în special în procesul de imprimare genomică *(*în care alela derivată de la același părinte este întotdeauna exprimată), care este mult mai frecvent decât în alte organe.

TABELUL 28.1. Cele mai importante aspecte morfologice ale placentației la rumegătoare.

Specii	Implantare	Placenta coriovitelină	Clasificarea obstetrică	Clasificare anatomică	Forma vilozităților	Clasificare histologică
Bovine	Central	Dispare după o lună de gestație.	Semideciduos. Caruncule sunt îndepărtate la aproximativ 12 zile după naștere.	Cotiledonar. Areole mici sunt prezente în regiunea intercotiledonară.	Păros	Varietate epiteliocorială, sinepiteliocorială. Cu fuziunea celulelor gigante trofoblastice binucleate și a celulelor epiteliale uterine care formează celule trinucleate doar în placenta matură.
Capre și oi	Central		Semideceduos	Cotiledonar. Areole mici sunt prezente în regiunea intercotiledonară.	Păros	Varietate epiteliocorială, sinepiteliocorială. Cu fuziunea celulelor gigante trofoblastice binucleate și a celulelor epiteliale uterine care formează sinciții pe tot parcursul gestației.

TABELUL 28.2. Cele mai importante aspecte morfologice ale placentației la alte specii de interes zootehnic.

Specii	Implantare	Placenta coriovitelină	Clasificarea obstetrică	Clasificare anatomică	Forma vilozităților	Clasificare histologică
Cai	Central	Important de la începutul sarcinii până în ziua 38.	Adecidua	Difuz. Vilozitățile formează microcotiledoane, iar glandele uterine se deschid între ele în ceea ce se numesc areole.	Păros	Epiteliocorial, cu excepția cupelor endometriale, zonă în care, între 40 și 220 de zile de gestație, există celule trofoblastice care degradează epiteliul uterin și pătrund în stromă.
Porcine	Central	Slab dezvoltat. Există doar cu funcție nutritivă, până la formarea placentei corioalantoidiene.	Adecidua	Difuz, deși la capete există anexe necrotice fără vilozități. Se găsesc și areole.	Stare brută	Epiteliocorial, cu o reducere semnificativă a grosimii straturilor și indentarea vaselor din epiteliu pe măsură ce sarcina progresează.
Camelide	Central	Subdezvoltat.	Adecidua	Difuz, deși la capete există anexe necrotice fără vilozități.	Păros	Epiteliocorial, cu o reducere semnificativă a grosimii straturilor pe măsură ce sarcina progresează.
Iepure	Central	Dezvoltarea unei placente viteline inversate până la sfârșitul gestației.	Decidua	Discoid	Labirint	Hemocorial (dihemocorial). Există două straturi de trofoblast.

TABELUL 28.3. Cele mai importante aspecte morfologice ale placentației la animalele de companie.

Specii	Implantare	Placenta coriovitelină	Clasificarea obstetrică	Clasificare anatomică	Forma vilozităților	Clasificare histologică
Câini	Central	Important la începutul sarcinii.	Decidua. Celulele deciduale nu sunt foarte evidente.	Zonal sau inelar	Labirint	Endoteliocorial, deși în organele care sug sânge devine hemocorial. Există un citotrofoblast extern și un sincitiotrofoblast intern în contact cu vasele materne.
Feline	Central	Important la începutul sarcinii.	Decidua. Celulele deciduale sunt foarte evidente.	Zonal sau inelar	Lamelar	Endoteliocorial. Caracteristici similare cu cele ale caninilor.

TABELUL 28.4. Cele mai importante aspecte morfologice ale placentației la animalele de laborator și la oameni.

Implantare coriovitelina a speciei		Placenta	Clasificare obstetrică	Clasificare anatomic	Forma vilozități	Clasificare histologic
Rata y ratón	Excéntrica	Desarrollo de una placenta vitelina invertida hasta el final de la gestación.	Decidua. Celulele trofoblásticas (trofoblasto endovascular) reemplazan la pared de las arterias spirale uterine.	Discoidea	Laberíntica	Hemocorial (trihemocorial). Existen tres capas de trofoblasto (dos sincitios y un citotrofoblasto).
Cobaya	Intersticial	Desarrollo de una placenta vitelina invertida hasta el final de la gestación.	Decidua. Igual que en la rata y el ratón.	Discoidea	Laberíntica. Se desarrolla en los roedores de su grupo un área de citotrofoblasto con vasos maternos conocida como subplacenta.	Hemocorial (monohemocorial). Existe solamente una capa de trofoblasto.
Humano	Intersticial	Sin placentación vitelina.	Decidua. Igual que en la rata y el ratón.	Discoidea	Vellosa	Hemocorial (monohemocorial). Existe solamente una capa de trofoblasto.

CAPÍTULO 29

Endocrinologia sarcinii

Francisco Sales, Óscar A. Peralta, Víctor H. Parraguez

Odată ce mama recunoaște sarcina și, ulterior, are loc implantarea, atât dezvoltarea embrio-fetală, cât și menținerea sarcinii depind de diferiți hormoni și factori trofici, ale căror roluri sunt descrise mai jos.

Progesteron

Progesteronul este principalul hormon responsabil pentru menținerea gestației și, prin urmare, prezintă concentrații mari în cea mai mare parte a acestei perioade la toate speciile (Fig. 29.1). Acesta este secretat de corpul luteal, care rămâne activ până la sfârșitul gestației la vaci, câini, pisici, capre și scroafe. La capre și scroafe, gestația depinde de secreția luteală de progesteron pe tot parcursul gestației , cu o contribuție placentară minimă, în timp ce la câini nu există nicio contribuție placentară, iar gestația depinde exclusiv de aportul de progesteron din corpul luteal (Tabelul 29.1).

La oi și iepe, placenta produce suficient progesteron pentru a menține sarcina. La oi, producția placentară de progesteron este bimodală, cu creșteri la 50-70 și 90-120 de zile de gestație (Ricketts și Flint, 1980). Concentrația maternă de progesteron depinde de numărul de fetuși și de masa placentară totală. Acest hormon este, de asemenea, asociat la oi cu menținerea sistemului imunitar uterin în timpul sarcinii (Rahman, 2016). La iepe, nivelurile de progesteron scad din săptămâna 12 de gestație, în timp ce producția de 5α-dihidroprogesteron (DHP) crește datorită activității crescute a 5α-reductazei placentare și endometriale. Acest progestogen joacă apoi un rol cheie în menținerea sarcinii (Scholtz *și colab.,* 2014). Din săptămâna 16 încolo, concentrațiile de DHP sunt mai mari decât nivelurile de progesteron (Legacki *și colab.,* 2017; Moss *și colab.,* 1979). În plus, iepele prezintă o producție crescută de relaxină din unitatea uteroplacento-fetală începând cu ziua 80, despre care se crede că funcționează împreună cu DHP pentru a menține gestația.

La vaci, apare o situație intermediară, în care progesteronul este produs în principal de corpul galben. Cu toate acestea, din ziua 120 de gestație, placenta produce progesteron în cantități suficiente pentru a menține sarcina între zilele 150 și 240 (Kindahl, 2007). Din acel moment, hormonul secretat de corpul galben este din nou responsabil pentru menținerea sarcinii până la fătare.

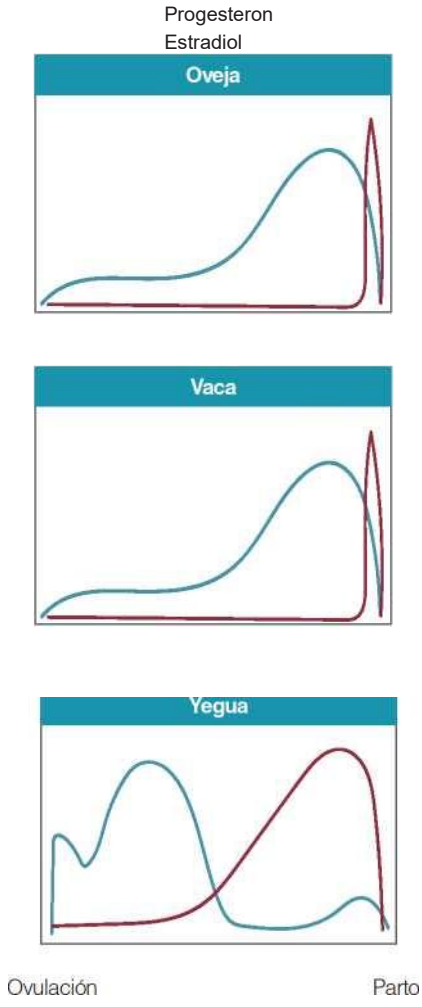


FIGURA 29.1. Concentrațiile relative de progesteron (albastru) și estrogeni (roșu) în serul matern în timpul gestației la vaci, oi și iepe.

TABELUL 29.1. Contribuția luteală și placentară a progesteronului pentru menținerea sarcinii.

Femela speciei	Corpul galben	Placenta	Observare
Capră	Contribuție pe parcursul întregii sarcini	Contribuție minimă (~10%) la sfârșitul gestației	Sarcina depinde de progesteronul luteal
Oaie	Contribuția majoritară până la 50-60 de zile	Contribuție bimodală, cu creșteri mari la 50-70 de zile și 90-120 de zile	Sarcina este menținută de progesteronul placentar în ultimele două treimi ale sarcinii.
Vacă	Contribuție pe parcursul întregii sarcini	Aportul de progesteron crește începând cu ziua 120.	Progesteronul placentar poate menține sarcina între 150 și 240 de zile
Scroafă	Contribuție pe parcursul întregii sarcini	Contribuție minimă	Sarcina depinde de progesteronul luteal
Iepă	Contribuția scade de la aproximativ 100 de zile încolo.	Producția de DHP crește de la aproximativ 70 de zile	DHP placentar își asumă funcția progestativă de la aproximativ 105 zile.
Cățea	Contribuție pe parcursul întregii sarcini	Contribuția placentară a progesteronului nu a fost descrisă.	Sarcina depinde de progesteronul luteal

DHP: 5α-dihidroprogesteron.

Estrogeni

În timpul gestației, unitatea fetoplacentară este principala sursă de estrogeni; cei mai importanți sunt 17β - estradiol, estronă și estriol (Fig. 29.1). Principalele lor funcții sunt asociate cu creșterea miometriului, sinteza actomiozinei și creșterea metabolismului și vascularizației uterine. Spre sfârșitul gestației, estrogenii cresc capacitatea contractilă a uterului. La ungulate, principalul estrogen este estrona, iar formele sulfatate se găsesc în concentrații mai mari în sângele matern (ca la oi, iepe, vaci, alpaca și lame). La vaci, sulfatul de estronă predomină în sângele matern, iar sulfatul de estradiol în plasma fetală. Sulfatul de estronă crește în circulație din ziua 70-100 de gestație și continuă să crească rapid până în ziua 150, moment în care concentrația sa se stabilizează înainte de a crește brusc după ziua 240. La oi, ca și la iepe, estrogenii predominanți sunt 17β- estradiol și estronă. La mamă, acestea cresc din ziua 70 de gestație, rămân ridicate până în ziua 120 și cresc brusc în ziua nașterii, coincidând cu creșterea nivelului de estradiol fetal (Kindahl, 2007).

La iepe, concentrațiile de estrogen cresc constant pe parcursul gestației, atingând un vârf la jumătatea sarcinii. Acest vârf este asociat cu o serie de derivați (pe lângă estronă și 17β - estradiol, se produc și equilină și equinelină); iepele sunt specia cu cea mai mare producție de estrogen . Secretia de estrogen începe în jurul zilei 80 și atinge un vârf în jurul zilei 200 de gestație. La scroafe, creșterea estrogenului se observă în a doua jumătate a gestației și este dependentă de sulfatul de estronă. La cățele, nivelurile de estrogen scad în timpul gestației pe măsură ce se apropie fătarea, iar originea lor se consideră a fi corpul galben, nu placenta (Kindahl, 2007).

Gonadotropină corionică

Prezența gonadotropinei corionice în circulația maternă a fost descrisă în principal la cabaline și primate . La iapă, secreția acesteia începe din ziua 35-36 de gestație și are un efect activator asupra foliculilor ovarieni, care se dezvoltă sau se luteinizează și dau naștere corpora lutea accesorie, care este responsabilă de completarea producției de progesteron a corpului luteal primar și de asigurarea menținerii gestației (Fig. 29.2).

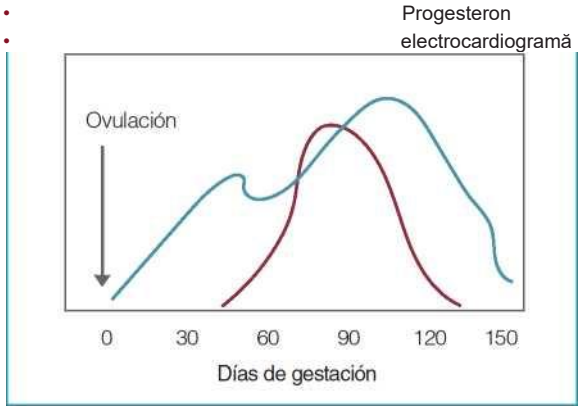


FIGURA 29.2. Relația dintre gonadotropina corionică ecvină (eCG) și concentrațiile de progesteron la iapă. (Modificat după LeBlanc, Lopate și Knottenbelt, 2016).

Lactogen placentar

Lactogenul placentar este un hormon peptidic secretat de placentă, care reglează dezvoltarea uterului și a glandei mamare. De asemenea, stimulează transferul de nutrienți de la mamă la făt, precum și steroidogeneza ovariană și placentară. La vaci, este detectat în perioada de *concepție* între zilele 17 și 25 de gestație, dar în circulația maternă este detectat în ultima treime a gestației, cu un vârf în jurul zilei 210. Spre deosebire de vaci, la ovine și caprine creșterea - lactogenului placentar are loc în al doilea trimestru de gestație și atinge cel mai înalt nivel în timpul gestației târzii (Fig. 29.3) (Butler *și colab.,* 1981).

Factorii de creștere asemănători insulinei

Factorii de creștere asemănători insulinei (IGF) prezenți în sângele matern sunt sintetizați în principal în ficat și stimulează dezvoltarea și funcția placentei , promovând implantarea și creșterea fetală. IGF-1 joacă un rol în adaptarea maternă la sarcină, în timp ce IGF-2 reglează creșterea placentei. Există diferențe notabile în modelele IGF între specii, dar, în general, concentrațiile de IGF-1 sunt mai mici decât cele de IGF-2, iar acesta din urmă tinde să crească constant în timpul gestației. La scroafe, nivelurile materne de IGF-1 scad în timpul gestației la aproximativ 30% din concentrația găsită la animalele nelasate, în timp ce concentrațiile de IGF-2 cresc. La vaci, nivelurile de IGF-1 cresc până în a doua treime a gestației și apoi scad lent, în timp ce nivelurile de IGF-2 rămân relativ constante. La ovine, există o mică variație a IGF-1 în timpul gestației, iar concentrația de IGF-2 este mai mare decât la femelele nelasate (Agrogiannis *et al.,* 2014; Sferruzzi-Perri *et al.,* 2011). Totuși, efectele IGF depind mai mult de concentrațiile proteinelor sale de legare decât de IGF în sine.

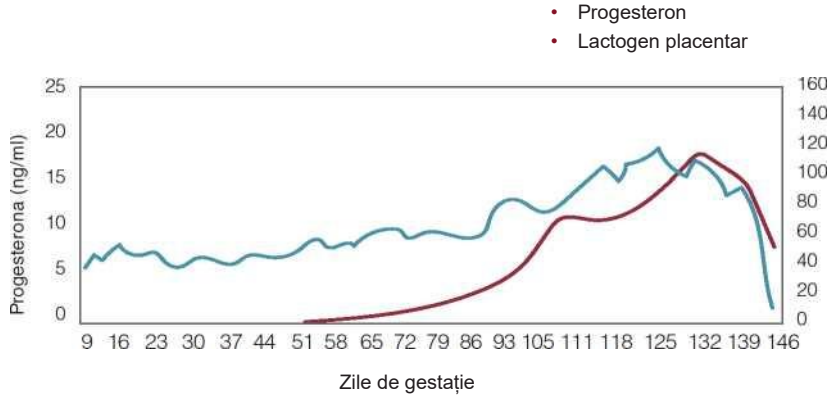


FIGURA 29.3. Concentrațiile de progesteron (albastru) și lactogen placentar (roșu) în timpul gestației oilor. (Modificat după Lea *et al,* 2007).

REFERINȚE

1. Agrogiannis GD, Sifakis S, Patsouris ES, Konstantinidou AE. Factori de creștere asemănători insulina în creșterea embrionară și fetală și dezvoltarea scheletică (Recenzie). *Mol Med Rep* 2014;10:579-584.
2. Butler WR, Fullenkamp SM, Cappiello LA, Handwerger S. Relația dintre rasă și mărimea puilor la ovine și concentrațiile serice materne de lactogen placentar, estradiol și progesteron. *J Anim Sci.* 1981;53:1077-1081.
3. Kindahl H. Funcțiile placentei cu accent special pe modificările endocrine - O prezentare generală comparativă. *Acta Vet Scand.* 2007;49:S15.
4. Lea RG, Wooding P, Stewart I, Hannah LT, Morton S, Wallace K, Aitken RP, Milne JS, Regnault TR, Anthony RV, Wallace JM. Expresia lactogenului placentar ovin, a StAR și a enzimelor steroidogene asociate cu progesteronul în placentele oilor adolescente în creștere supranutrite. *Reproduction.* 2007;133:785-796.
5. Leblanc M, Lopate C, Knottenbelt D. Sarcina. 18 de junio de 2016 [citado el 16 de marzo de 2020]. En: *Cheie veterinară* [Internet]. Disponibil ro: https://veteriankey.com/pregnancy .
6. Legacki EL, Ball BA, Corbin CJ, Loux SC, Scoggin KE, Stanley SD, Conley AJ. Steroidogeneza fetală suprarenală, gonadică și placentară la nivelul glandelor ecvine . *Reproducere.* 2017;154:445-454.
7. Moss GE, Estergreen VL, Becker SR, Grant BD. Sursa 5-alfa-pregnanilor care apar în timpul gestației la iepe. *J Reprod Fert* . 1979;Supl. 27:511-519.
8. Rahman AN. Modificări hormonale ale uterului în timpul sarcinii - lecții de la oaie: o trecere în revistă. *J Agric Rural Dev.* 2006;4:1-7.
9. Ricketts AP, Flint AP. Debutul sintezei progesteronului de către placenta ovină. *J Endocrinol* . 1980;86:337-347.
10. Scholtz EL, Krishnan S, Ball BA, Corbin CJ, Moeller BC, Stanley SD, Mcdowell KJ, Hughes AL, Mcdonnell DP, Conley AJ. Sarcina fără progesteron la cai definește un al doilea agonist endogen biopotent al receptorilor de progesteron, 5 α- dihidroprogesteronul. *Proc Nat Acad Sci* . 2014;111:3365-3370.
11. Sferruzzi-Perri AN, Owens JA, Pringle KG, Roberts CT. Rolul neglijat al factorilor de creștere asemănători insulinei în circulația maternă care reglează creșterea fetală. *J Physiol* . 2011;589(Pt 1):7-20.

CAPÍTULO 30

Programare fetală a activității reproductive prin subnutriție

Raquel Pérez-Clariget și Alejandro Bielli

Conceptul de programare fetală stabilește faptul că afecțiunile intrauterine prin care trece fătul pot afecta dezvoltarea, sănătatea și bunăstarea adultului (Robinson, 2001). Factorii externi care interferează cu dezvoltarea embrionară și fetală pot produce modificări permanente ale structurii organelor sau pot perturba enzimele metabolice cheie și mecanismele lor de acțiune, cu efecte asupra diferitelor procese metabolice și consecințe de durată. Rezultatul interferenței va depinde de stadiul dezvoltării intrauterine în care are loc (Fig. 30.1), deoarece diferențierea și maturarea diferitelor organe au loc în perioade diferite ale acestei dezvoltări. Acest capitol se bazează pe informații obținute dintr-un studiu efectuat pe ovine, iar orice diferențe în raport cu bovinele sunt notate.

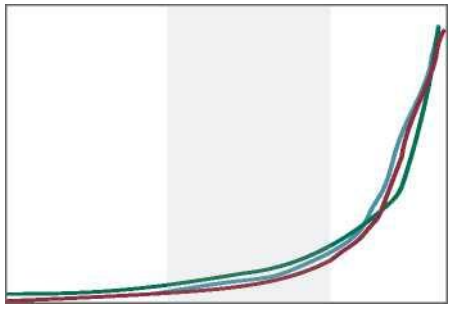


FIGURA 30.1. Curbe ipotetice ale evoluției greutății fetale de la concepție la naștere și posibila lor influență asupra unei populații celulare care se multiplică doar la sfârșitul gestației (bară neagră). Albastru: fără restricții nutriționale în timpul gestației. Roșu: restricții nutriționale pentru o perioadă relativ lungă (zonă galbenă) la mijlocul gestației, care nu coincide cu multiplicarea acestei populații celulare. Verde: restricții nutriționale pentru o perioadă scurtă de timp la sfârșitul gestației (zonă gri), coincidând cu sfârșitul perioadei de multiplicare celulară. Toate cele trei curbe ale greutății fetale se termină cu aceeași valoare la naștere, dar curba verde ar avea efecte mult mai pronunțate asupra acestei populații celulare decât curba roșie.

Unul dintre cei mai importanți factori de mediu pentru dezvoltarea normală a fătului este dieta mamei, în special în stadiile finale ale gestației, când are loc creșterea exponențială a fătului. Aceasta are un impact semnificativ asupra greutății și supraviețuirii mielului (Kenyon și Blair, 2014).

EFECTE ASUPRA REPRODUCERII DESCENDENTULUI FEMININ

Variabilitatea fertilității în rândul animalelor adulte poate fi explicată parțial prin diferențele în mediul intrauterin în care acestea s-au dezvoltat. Restricțiile nutriționale materne, atât în primul, cât și în ultimul trimestru de gestație sau în timpul lactației timpurii, afectează potențialul reproductiv al oii ca adult (Tabelul 30.1). Rata ovulației scade, iar prolificitatea puilor este compromisă. Efectul principal al nutriției asupra funcției reproductive pare a fi la nivel ovarian, mai degrabă decât asupra activității hipotalamo-hipofizare, care pare să sufere puține modificări. Dezvoltarea structurilor ovariene fetale este întârziată, amânând debutul foliculogenezei și al meiozei oogoniale (Rae *et al.,* 2001) și alterând expresia genelor care reglează apoptoza. În plus, subnutriția în timpul celui de-al doilea și al treilea trimestru de gestație induce o reducere a dimensiunii corpului galben la puiet.

Efectele nutriției vacilor gestante asupra dezvoltării viteilor (Tabelul 30.1) au fost analizate de Broadhead *și colab.* (2019). Suplimentarea mamelor avansează pubertatea la fiicele lor. Este posibil ca la această specie, nutriția intrauterină să afecteze și dezvoltarea ovarelor fetale, limitând capacitatea reproductivă a femelei adulte. Într-adevăr, fiicele mamelor hrănite cu 70% din necesarul lor între zilele 45 și 185 de gestație au ovare și corpora lutea mai mici, care produc mai puțin progesteron.

TABELUL 30.1. Unele efecte ale restricției nutriționale gestaționale asupra dezvoltării reproductive ulterioare la ovine și vaci.

Specii	Stadiul de gestație	Efect
Oaie	Ultima treime	Rată scăzută de ovulație.
Oaie	Ultima treime	Debutul întârziat al foliculogenezei și meiozei oogoniilor.
Oaie	Zilele 50 până la 135	Foliculi primordiali cu proliferare celulară scăzută.
Oaie	Zilele 50 până la 135	Reducerea dimensiunii corpului galben la urmași.
Vacă	Ultima treime a sarcinii	Suplimentarea cu proteine crește rata de gestație a fiicelor lor și proporția de juninci care rămân gestante în primele 21 de zile ale perioadei de serviciu.
Vacă	Zilele 45 până la 185	Suplimentarea cu proteine crește dimensiunea ovarelor și a corpului lutea.

EFECTOS SOBRE LA REPRODUCCIÓN DE LAS CRÍAS MACHO

El efecto de la subnutrición durante la gestación sobre la capacidad reproductiva de la progenie parece ser más fuerte en las corderas que en los corderos. El nivel de alimentación de la madre no afectaría al tamaño testicular del neonato o la producción de semen en la etapa adulta (Rae *et al.,* 2002), pero puede alterar la actividad hipofisaria y testicular (tabla 30.2). Estos efectos se relacionan con el momento en que se produce la subnutrición, además de que la información sobre la histología testicular es muy escasa. Nuestro grupo observó que la estructura testicular de los corderos se afecta cuando las madres reciben el 70 % de sus requerimientos desde el día 70 de la gestación, sin afectar al peso testicular (Bielli *et al.,* 2002). Los corderos hijos de madres que pastoreaban con una menor oferta de forraje de campo natural desde 23 días antes de la concepción hasta 23 días antes del parto tenían testículos más livianos al nacer, pero esta diferencia se relaciona con el desarrollo general del animal, y no con la priorización del órgano. Además, en los fetos de 70 días el tamaño de los genitales externos también se vio afectado por el estado nutricional de las madres (Bielli *et al,* 2013) (fig. 30.2). El impacto en los corderos neonatos es mayor en los testículos, la carcasa y, sobre todo, en los genitales externos que en los órganos metabólicos o prioritarios para la supervivencia del animal, como los órganos del sistema nervioso central (fig. 30.3), por lo que se propone que los órganos reproductivos, sobre todo los genitales externos, tienen baja prioridad en un feto que sufre restricción nutricional intrauterina.

TABLA 30.2. Algunos efectos de la restricción nutricional gestacional sobre el desarrollo reproductivo posterior en corderos.

Etapa de la gestación	Efecto
Último tercio	Disminuyen la respuesta hipofisaria a la GnRH y la esteroidogénesis testicular.
Día 70 hasta el parto	Disminuye el volumen de los cordones testiculares y el número de células de Sertoli por testículo.
23 días antes de la concepción a 23 días preparto	Testículos más livianos. Disminuye el volumen y el diámetro de los cordones testiculares y el número de células de Sertoli y de gonocitos.
23 días antes de la concepción a día 70 de la gestación	Disminuye la longitud del pene y el tamaño del escroto.

GnRH: hormona liberadora de gonadotropinas.

FIGURA 30.2. Organele genitale externe ale mieilor nou-născuți ale căror mame au fost supuse unui status nutrițional ridicat (stânga) și scăzut (dreapta) în timpul gestației. Observați diferența marcată în ceea ce privește dimensiunea scrotului.

FIGURA 30.3. Model de prioritizare a creșterii diferitelor organe ale fătului de oaie mascul. Cea mai mare prioritate este acordată organelor centrale, esențiale pentru supraviețuire (creier, inimă), iar cea mai mică prioritate este acordată testiculelor (un organ care nu este esențial pentru supraviețuire), carcasei (foarte costisitoare din punct de vedere al proteinelor) și, ca ultimă prioritate dintre organele studiate, organelor genitale externe.

REFERINȚE

1. Robinson R. Originile fetale ale bolilor la vârsta adultă. *BMJ* . 2001;322:375-376.
2. Bielli A, Pérez-Clariget R, Pedran G, Milton, JTB, López A, Blackberry M, Duncombe G, Rodríguez-Martínez H, Martin GB. Nutriția maternă deficitară în timpul sarcinii reduce numărul de celule Sertoli la mielul nou-născut. *Reprod Fertil Dev.* 2002;14:333-337.
3. Bielli A, Genovese P, Riaño V, Abud MJ, Álvarez A, Ithurralde J, López-Pérez A, Pérez-Clariget R. Disponibilitatea furajelor afectează lungimea penisului și dimensiunea scrotului la fetușii ovini de 70 de zile. XXIII Întâlnire a Asociației Latino-Americane de Producție Animală; 18-22 noiembrie 2013; Havana, Cuba.
4. Broadhead D, Mulliniks JT, Funston RN. Programe de dezvoltare într-un sistem de producție a cărnii de vită. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2019;35:379-390.
5. Kenyon PR, Blair HT. Programare fetală la ovine - Efecte asupra producției . *Small Rum Res* . 2014;118:16-30.
6. Rae MT, Palassio S, Kyle CE, Brooks AN, Lea RG, Miller DW, Rhind SM. Efectul subnutriției în timpul sarcinii asupra dezvoltării ovariene timpurii și a dezvoltării foliculare ulterioare la fetușii de oaie. *Reproduction* . 2001;122:915-922.
7. Rae MT, Rhind SM, Kyle CE, Miller DW, Brooks AN. Subnutriția maternă - modifică concentrațiile de triiodotironină și răspunsul hipofizar la GnRH la fetalii de oaie. *J Endocr* . 2002;173:449-455.

SECȚIUNE
7

Nașterea și postpartum

CAPITOLUL 31. Endocrinologie și mecanismul travaliului

CAPITOLUL 32. Stabilirea relației mamă-pui la ovine: factori determinanți senzoriali și fiziologici

CAPITOLUL 33. Anestrul postpartum la vaca de carne

CAPITOLUL 34. Anestrul postpartum la vaca de lapte

Endocrinologie și mecanismul de administrare

Oscar A. Peralta, Francisco Sales, Victor H. Parraguez

Durata gestației este remarcabil de constantă la toate speciile, sugerând existența unor procese de reglare a timpului. A fost propusă o asociere între durata gestației și numărul de cicluri circadiene de melatonină. Cu toate acestea, distrugerea nervilor optici și a nucleilor suprachiasmatici la fetușii de oaie (Poore, Canny și Young, 1999) sau pinealectomia maternă suprimă ritmul diurn al melatoninei, dar nu afectează durata gestației (McMillen și Nowak, 1989). Alternativ, s-a propus că măsurarea timpului ar putea fi mediată de rata de creștere predeterminată genetic a *conceptului* și că fătarea are loc ca răspuns la un semnal asociat cu dimensiunea sau maturitatea fetală. Un astfel de semnal ar putea fi matern (cum ar fi volumul uterin), fetal (cum ar fi restricția de nutrienți) sau placentar (cum ar fi creșterea necesarului fetal de nutrienți). Cu toate acestea, acești factori, individual, nu ar fi suficienți pentru a declanșa fătarea la speciile domestice (Fig. 31.1). Pe de altă parte, este foarte probabil ca mecanismul de inducere a nașterii să fie codificat în genomul fetal și să fie legat de cerințe sau evenimente esențiale în dezvoltarea fetală.

Nașterea unui făt matur necesită un mecanism care sincronizează dezvoltarea fetală cu mecanismul matern de naștere. La unele specii, în special la rumegătoare, glucocorticoizii secretați de cortexul adrenal fetal declanșează nașterea. La aceste specii, creșterea nivelului de glucocorticoizi stimulează direct maturarea organelor necesare vieții extrauterine și induce exprimarea enzimelor steroidogene placentare, cum ar fi 17-hidroxilaza-C și 17,20-liaza. Aceste enzime redirecționează calea steroidogenă pentru a favoriza secreția de estrogen în detrimentul progesteronului. Raportul crescut estrogen/progesteron activează prostaglandina G/H sintaza în placentă, inducând sinteza prostaglandinelor și crescând astfel activitatea miometrială și travaliul (Fig. 31.2). Astfel, creșterea nivelului de cortizol constituie semnalul nașterii la oi și la alte rumegătoare (Bassett și Thorburn, 1969).

FIGURA 31.1. Fătarea la diferite ungulate. (Imaginea oii este oferită de A. Freitas-de-Melo).

La alte specii, rolul axei hipotalamo-hipofizo-adrenale fetale în inițierea fătării este mai puțin clar. La iapă, profilul cortizolului fetal crește doar în ultimele 48 de ore înainte de fătare, iar administrarea maternă de glucocorticoizi nu induce fătarea, așa cum se întâmplă la oi și capre. Cu toate acestea, la toate speciile, s-a observat o creștere a glucocorticoizilor fetali de la debutul fătării. Șoarecele, calul și omul nu depind de glucocorticoizi pentru a iniția fătarea, dar este posibilă o relație cauzală între maturarea mediată de glucocorticoizi și procesul de fătare. Legătura implică probabil PGE2 , care este secretat în cantități crescânde de placentă sau membranele fetale la multe specii în timpul gestației târzii și în preludiul fătării. În consecință, creșterea glucocorticoizilor fetali care precede travaliul sugerează prezența unui semnal fundamental comun tuturor speciilor.

În timpul gestației, uterul crește în volum pentru a se adapta masei tot mai mari a conținutului său, dar rămâne relativ inactiv. Pe măsură ce se apropie termenul, uterul se pregătește pentru naștere și își crește capacitatea de a se contracta și expulza fătul. Progesteronul este necesar pentru menținerea sarcinii la șobolani, șoareci, iepuri, oi, capre, vaci, porci și câini. Progesteronul este secretat în circulația maternă din corpul galben, dar la unele specii, cum ar fi oile și iepele, placenta își asumă acest rol în momente diferite în timpul gestației. Concentrațiile mari de progesteron obținute în timpul gestației promovează laesența miometrială. Estrogenii produc efecte opuse, promovând sinteza proteinelor contractile în celulele miometriale și crescând expresia receptorilor de oxitocină, ceea ce duce la propagarea și coordonarea contracțiilor. PGF induce, de asemenea , activitatea contractilă miometrială prin creșterea calciului intracelular și contracarând acțiunea progesteronului (Fu *et al.,* 2000). La mai multe specii, concentrația de progesteron matern scade cu puțin timp înainte de începerea fătării, în timp ce o scădere a progesteronului înainte de termen duce la naștere prematură. La speciile domestice, estrogenii promovează sinteza uterotonicelor, inclusiv a prostaglandinelor și oxitocinei, și a receptorilor acestora din miometru.

Multe dintre modificările observate în țesutul uterin și cervical în perioada premergătoare debutului travaliului seamănă cu modificările care apar de obicei în răspunsul inflamator (Grigsby *și colab.,* 2003).

Progesteron
Cortizol fetal

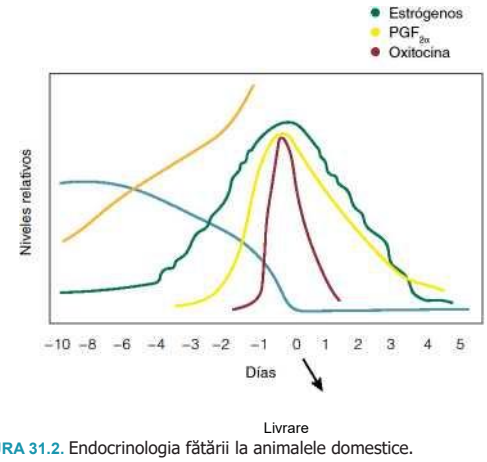


FIGURA 31.2. Endocrinologia fătării la animalele domestice.

Implicarea mediatorilor inflamatori ca efectori ai nașterii a fost întărită de observația că stimuli precum traumatismele sau infecțiile induc travaliu prematur. Interleukinele (IL) 1, 6 și 8 și factorul de necroză tumorală (TNF) sunt implicate în activarea miometrială, deși nu exercită neapărat o funcție uterotonică (Denison, Calder și Kelly, 1999). Rolul citokinelor proinflamatorii în procesul de naștere pare să promoveze expresia și activitatea prostaglandinei H sintazei 2 la debutul travaliului, cu creșteri consecutive ale producției de prostaglandine în țesuturile uterine. PGF2α este secretată în timpul nașterii la toate speciile studiate, inclusiv la marsupiale, și pare să acționeze ca un stimulator universal al contractilității miometriale. PGE2 este secretată în cantități mari în placentă în timpul gestației târzii și este eficientă în inducerea maturării cervicale, deși nu participă ca inductor al contracției uterine la toate speciile .

Activitatea uterină și cervicală sunt afectate simultan de acțiunile complementare ale PGF2α și PGE2 . În timpul travaliului, oxitocina este secretată episodic din glanda pituitară posterioară la majoritatea speciilor, dacă nu la toate, ca răspuns la întinderea cervicovaginală (reflexul Fergusson) și acționează asupra miometrului, crescând frecvența și intensitatea contracțiilor. Contracțiile abdominale (împingere) contribuie, de asemenea, la acest lucru (Fig. 31.3). Acest proces se repetă la speciile sau rasele care dau naștere la mai mulți urmași, în timp ce se manifestă și comportamentul matern față de nou-născuți (vezi Capitolul 32) (Fig. 31.4). Expresia receptorilor de oxitocină în uterul gestant crește la termen

la oi, oameni și șobolani. Inducerea receptorilor de oxitocină la termen la șobolani poate fi inhibată prin blocarea sintazei prostaglandinei H, iar acest tratament este asociat cu gestație prelungită și distocie.

Aceste observații sugerează că prostaglandinele sunt regulatori pozitivi ai oxitocinei, iar acțiunea lor uterotonică depinde, în parte, de acțiunea oxitocinei.

FIGURA 31.3. Secvența fătării la o oaie care prezintă contracții abdominale puternice. (Imagini oferite de A. Freitas-de-Melo).

FIGURA 31.4. Nașterea gemenilor, în care un miel suge în timp ce al doilea se naște. (Imagini oferite de A. Freitas-de-Melo).

În concluzie, factorii endocrini care controlează gestația sunt numeroși și comuni la mai multe specii de mamifere. Cu toate acestea, mecanismele care mediază fătarea variază în funcție de specie. Deși cunoașterea fiziologiei fătării are implicații fundamentale pentru gestionarea și bunăstarea animalelor, există încă aspecte necunoscute ale acestui proces.

REFERINTE

1. Bassett JM, Thorburn GD. Corticosteroizii plasmatici fetali și inițierea fătării la ovine. *J Endocrinol.* 1969;44:285-286.
2. Denison FC, Calder AA, Kelly RW. Acțiunea prostaglandinei E 2 asupra colului uman: stimularea interleukinei 8 și inhibarea inhibitorului secretor de protează leucocitară. *Am J Obstet Gynecol.* 1999;180:614-620.
3. Fu X, Favini R, Kindahl K, Ulmsten U. Prostaglandin F 2 alpha-induced Ca ++ Oscilații în celulele miometriale umane și rolul RU 486. *Am J Obstet Gynecol* . 2000;182:582-588.

4. Grigsby PL, Hirst JJ, Phillips DJ, Scheerlinck JP, JENKIN G. Răspunsuri fetale la administrarea de endotoxină maternă și intra-amniotică la oile gestante. *Biol Reprod.* 2003;68:1695-1702.
5. McMillen IC, Nowak R. Pinealectomia maternă elimină ritmul diurn al concentrațiilor plasmatice de melatonină la fetușii de oaie și la femelele gestante în timpul gestației târzii. *J Endocrinol.* 1989;120:459-464.
6. Poore KR, Canny BJ, Young IR. Reactivitatea suprarenală și momentul fătării la fetușii ovini deconectați hipotalamo-hipofizari, cu și fără perfuzie constantă de adrenocorticotrofină. *J Neuroendocrinol.* 1999;11:343-349.

Stabilirea relației mamă-pui la ovine: factori determinanți senzoriali și fiziologici

Frédéric Lévy, Raymond Nowak

Comportamentul matern prezintă o mare varietate de tipare la mamifere. Manifestarea sa depinde în primul rând de natura precocială a puilor la naștere, dar și de structura socială și ecologia speciei. Oile, la fel ca majoritatea ungulatelor, sunt o specie precocială, cu puțini pui născuți complet dezvoltați și capabili să-și urmeze mamele la scurt timp după naștere. La această specie, mamele își lasă doar propriii pui să alăpteze.

ÎNCEPUTUL MOTIVAȚIEI MATERNALE

Înainte de fătare, oile se separă de turmă (Fig. 32.1), ceea ce încurajează interacțiunea cu mielul lor. În acest moment, devin neliniștite, se învârt în cerc, vocalizează și bat din picioare. În general, se întind în timpul travaliului și ling mielul imediat după naștere (Fig. 32.2). Experiența individuală este importantă, deoarece oile primipare sunt mai predispuse să-și respingă mieii decât oile multipare (Dwyer și Lawrence, 2000) (Fig. 32.3). Scăderea progesteronului și creșterea estrogenului care apar înainte de fătare, împreună cu oxitocina eliberată în creier prin stimularea cervicovaginală (vezi Capitolul 31), sunt responsabile pentru comportamentul matern (Kendrick, Keverne și Baldwin, 1987). Opioidele potențează efectele stimulării cervicovaginale pentru a promova răspunsul matern. Experiența maternă influențează foarte mult acțiunea hormonală: la oile fără experiență, nici tratamentul hormonal, nici stimularea cervicovaginală nu induc acceptarea mielului. Ca la multe specii, zona preoptică medială hipotalamică este implicată direct în comportament (Fig. 32.4). Inactivarea acestei regiuni perturbă toate componentele comportamentului matern la fătare (Perrin, Meurisse și Levy, 2007). O parte a rețelei neuronale implicate în motivación materna también incluye el núcleo paraventricular del hipotálamo (Da Costa *et al.,* 1996) (fig. 32.4).

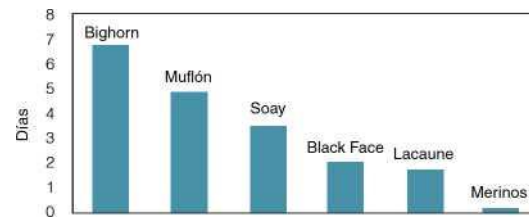


FIGURA 32.1. Días en que las ovejas de diferentes razas permanecen apartadas del rebaño o majada antes del parto. (Modificado de Dwyer y Lawrence, 2000).

FIGURA 32.2. Oveja lamiendo al cordero inmediatamente tras el parto.

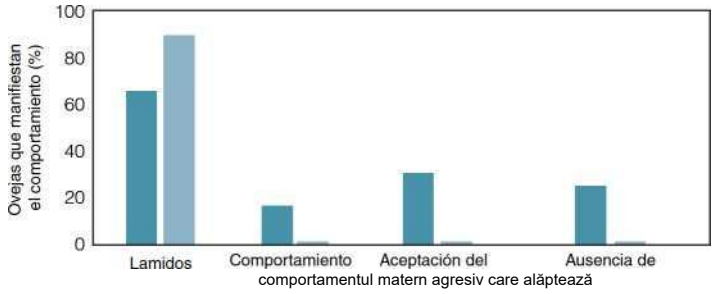


FIGURA 32.3. Diferențe în comportamentul matern al oilor primipare (albastru închis) sau multipare (albastru deschis) imediat după fătare. (Adaptat după Poindron și LeNeindre, 1980).

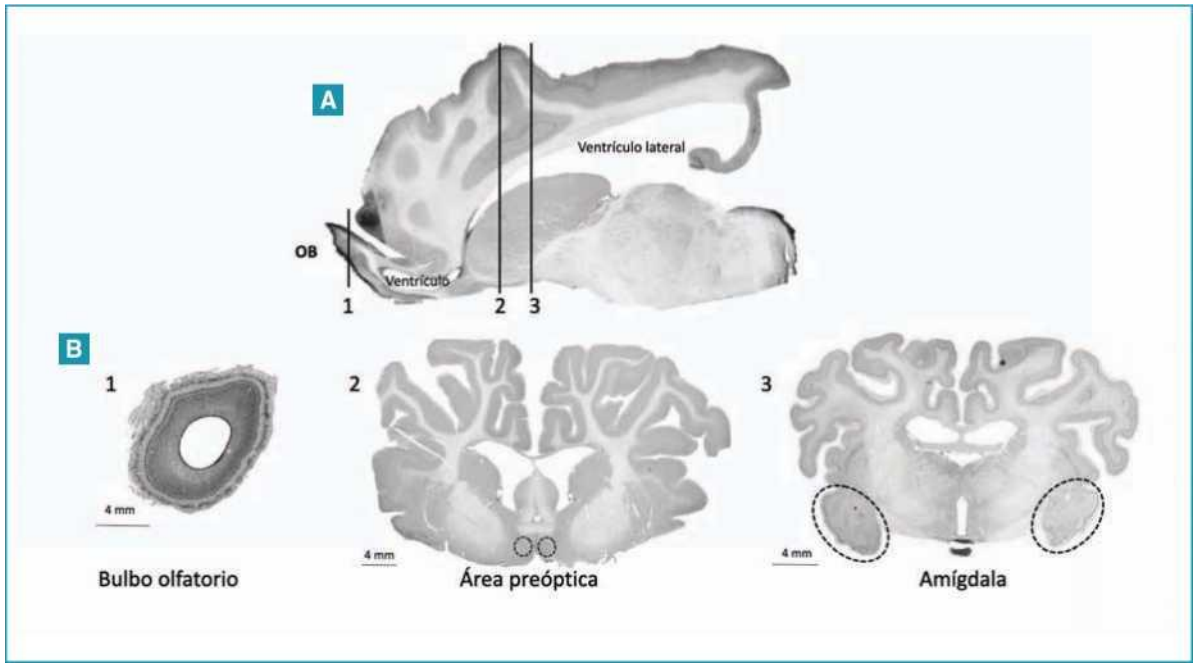


FIGURA 32.4. A: Vedere sagitală a creierului de oaie care arată locația anteroposterioară a bulbului olfactiv (OB), a zonei preoptice și a amigdalei. **B:** Secțiune coronală care prezintă bulbul olfactiv, zona preoptică și amigdala.

Hormonii induc un răspuns maximal la indiciile senzoriale ale mieilor, indicii care apoi mențin răspunsul matern. De fapt, dacă mama și mielul sunt separați imediat după naștere, interesul față de miei dispare în câteva ore. Indicii olfactivi furnizați de lichidul amniotic asigură un comportament matern adecvat în timpul fătării la oi (Fig. 32.5), în special la mamele fără experiență. Dacă lichidul amniotic este îndepărtat de la nou-născut, cantitatea de lins matern este redusă, iar mamele care fătă pentru prima dată nu își acceptă mieii (Lévy și Poindron, 1987). Indicii cervicovaginali joacă un rol important în atracție, deoarece anestezia epidurală elimină motivația furnizată de lichidul amniotic (Fig. 32.6). La mamele experimentate, acoperirea mieilor cu lichid amniotic este suficientă pentru a induce acceptarea maternă.

FIGURA 32.5. Dinámica de la atracción de las ovejas por el líquido amniotico. (Modificado de Lévy, Poindron y Le Neindre, 1983).

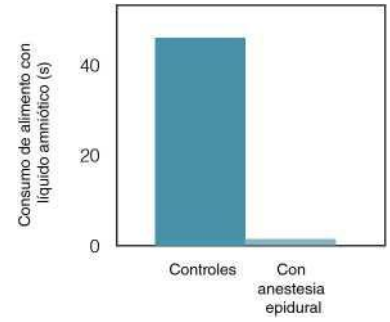


FIGURA 32.6. Atracción por el líquido amniótico de ovejas controles o que no perciban el estímulo cervicovaginal durante el parto (con anestesia peridural). (Modificado de Lévy *et al.,* 1990b).

COMPORTAMENTUL NOU-NĂSCUȚULUI

Comportamentul mamei trebuie să fie coordonat cu cel al mielului nou-născut, care trebuie să stea în picioare și să ajungă la uger. Majoritatea mieilor stau în picioare în primele 30 de minute de la naștere. Mai multe semnale de la mamă ghidează nou-născutul către mamelon, în special indicii vizuale și auditive. Semnalele termotactile de pe față declanșează activitatea orală, în timp ce mirosurile (lichidul amniotic, secrețiile inghinale) stimulează respirația și activitatea cardiacă. Oile experimentate pot facilita accesul la uger prin coborârea spatelui și îndoirea unui picior posterior. Prin urmare, majoritatea mieilor încep să sugă la 1-2 ore după naștere (Fig. 32.7). Mieii se nasc cu hipogamaglobulinemie semnificativă, astfel încât mama oferă protecție imunologică prin imunoglobulinele din colostru. Imunitatea pasivă trebuie dobândită într-o perioadă foarte scurtă de la naștere, deoarece imunoglobulinele nu pot fi absorbite în intestin după 24-36 de ore. Mieii născuți din oi care au fătat pentru prima dată sau după fătări dificile au mai multe dificultăți în a-și dezvolta comportamentul, ceea ce le poate afecta supraviețuirea.

FIGURA 32.7 Cordero amamantándose durante el posparto temprano.

ÎNCEPUTUL UNEI LEGĂTURI RECIPROCE

Recunoașterea rasei

Oile sunt foarte selective, acceptându-și proprii urmași, dar respingând mieii din alte familii. Ele exprimă o intensă

Oile prezintă reacții de suferință atunci când sunt separate de mielul lor și se calmează odată ce se reunesc, dar numai cu propriul miel. Această selectivitate se manifestă, în general, în decurs de două ore de la naștere. Stabilirea legăturii materne depinde de învățarea rapidă a „semnăturii" olfactive individuale a mielului. Oile anosmice (cu simțul mirosului suprimat) înainte de naștere nu sunt selective și prezintă un comportament matern față de orice miel. Stimularea cervicovaginală manuală a oilor care au deja stabilit selectivitate maternă permite dezvoltarea unei legături materne față de un miel străin, fără a perturba relația lor cu propriul miel. Această selectivitate este mediată de mirosurile caracteristice individuale ale nou-născutului, rezultate dintr-o interacțiune complexă a proceselor biochimice și a factorilor non-genetici influențați genetic. Gemenii monozigoți au în comun componente similare ale „semnăturii" lor olfactive, dar și alte componente olfactive sunt dobândite prin transfer de la mamă, de exemplu, prin lins și microfaună corporală.

Recunoașterea mirosului mielului ei este mediată de bulbul olfactiv (Kendrick, Lévy și Keverne, 1992), care primește semnale noradrenergice de la *locus coeruleus,* parțial

responsabil pentru formarea acestei memorii (Lévy *și colab.,* 1990a) (Fig. 32.4). Eliberarea crescută de noradrenalină care are loc în timpul fătării stimulează neuronii din bulbul olfactiv, în special ca răspuns la mirosurile propriului miel. Aceste informații sunt decodificate de regiunile posterioare, inclusiv nucleii corticali și mediali ai amigdalei. Inactivarea oricăruia dintre acești nuclei nu afectează dezvoltarea comportamentului matern, dar previne selectivitatea maternă, indicând faptul că rețeaua neuronală implicată în recunoașterea olfactivă a mielului diferă de cea implicată în controlul autocomportamentului (Keller *și colab.,* 2004).

Deși recunoașterea individuală se bazează inițial pe miros, mamele dezvoltă rapid o imagine senzorială compozită a mielului lor, inclusiv aspectul , comportamentul și vocalizările acestuia. Recunoașterea non-olfactivă se stabilește în decurs de 6-8 ore de la naștere la oile multipare și la 12 ore la oile primipare, iar recunoașterea indiciilor acustice este evidentă la 24 de ore.

Preferință pentru mamă

Episoadele de alăptare permit mieilor să experimenteze semnalele necesare pentru a stabili o legătură. Mieii care au alăptat rămân mai aproape de mama lor decât de o altă oaie încă de la 12 ore (Fig. 32.8). Până la 24 de ore, mieii manifestă o preferință pentru propria mamă față de o altă oaie maternă. Orientarea inițială către mamă se bazează pe semnalele materne, în special pe comportamentele de acceptare ale mamei și pe comportamentele de respingere ale oii (Terrazas *et al.,* 2002). Capacitatea de diferențiere crește odată cu vârsta, astfel încât aceasta este exprimată la distanțe scurte într-o zi și de la o distanță de câțiva metri în trei zile, pe baza indiciilor vizuale și auditive. Semnalele vocale și vizuale sunt mai importante pentru găsirea mamei decât mirosurile (Fig. 32.9). Până la 48 de ore, mieii își pot distinge mama de o oaie străină folosind doar comunicarea vocală (Sebe *et al.,* 2007).

Dezvoltarea preferinței materne depinde de succesul primelor episoade de supt. Dacă suptul este evitat în primele ore după naștere, capacitatea discriminativă a mieilor este întârziată. Prin urmare, suptul facilitează și inițierea legăturii timpurii . Primele ore după naștere reprezintă o perioadă sensibilă în care semnalele legate de supt influențează reacția mielului la mama sa. Peptida gastrointestinală colecistokinina este eliberată prin supt (Nowak *et al.,* 1997), în timp ce - sistemul oxitocinergic din hipotalamus este activat.

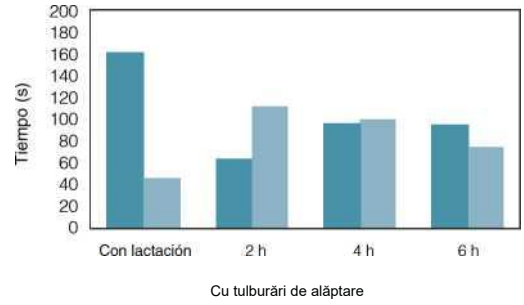


FIGURA 32.8. Timpul pe care mieii în vârstă de 12 ore îl petrec cu mama lor (bară albastru închis) sau cu o altă oaie (bară albastru deschis) în timpul unui test de preferință de 5 minute. (Modificat după Nowak *și colab.,* 1997).

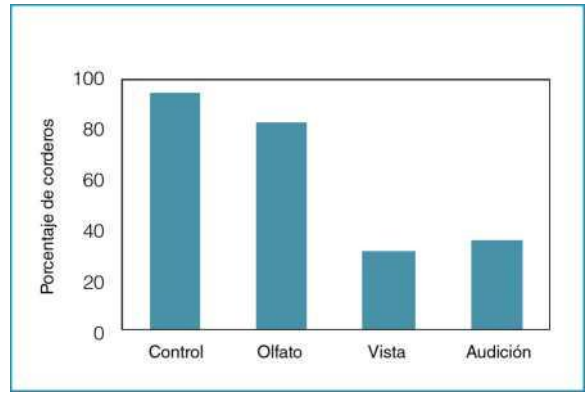


FIGURA 32.9. Procentul de miei care își preferă mama în locul altei oi la 24 de ore dacă au toate canalele de comunicare (control) sau dacă simțul mirosului, văzului sau auzului le este afectat. (Modificat după Nowak, 1991).

REFERINȚE

1. Da Costa AP, Guevara-Guzman RG, Ohkura S, Goode JA, Kendrick KM. Rolul eliberării de oxitocină în nucleul paraventricular în controlul comportamentului matern la oi. *J Neuroendocrine.* 1996;8:163-177.
2. Dwyer CM, Lawrence AB. Comportamentul matern la oile domestice (Ovis aries): Constanță și schimbare în funcție de experiența maternă. *Behaviour* . 2000;137:1391-413.
3. Keller M, Perrin G, Meurisse M, Ferreira G, Lévy F. Amigdala corticală și medială sunt ambele implicate în formarea memoriei olfactive a puilor la oi. *Eur J Neurosci.* 2004;20:3433-3441.
4. Kendrick KM, Lévy F, Keverne EB. Modificări în procesarea senzorială a semnalelor olfactive induse de naștere la oi. *Science.* 1992;256:833-836.
5. Kendrick KM, Keverne EB, Baldwin BA. Oxitocina intracerebroventriculară stimulează comportamentul matern la oi. *Neuroendocrinologie* . 1987;46:56-61.
6. Lévy F, Gervais R, Kindermann U, Orgeur P, Piketty V. Importanța receptorilor beta-noradrenergici din bulbul olfactiv al oilor pentru recunoașterea mieilor. *Behav Neurosci.* 1990a;104:464-469.
7. Lévy F, Keverne EB, Piketty V, Poindron P. Determinismul fiziologic al atracției olfactive pentru lichidele amniotice la ovine. En: MacDonald DW, Muller-Swarze D, Natinczuk SE (eds). Semnale chimice la vertebrate . Vol. V. Oxford: Oxford University Press; 1990b. pp. 162-165.
8. Lévy F, Poindron P. Importanța lichidelor amniotice pentru stabilirea comportamentului matern la oile experimentate și neexperimentate. *Anim Behav.* 1987;35:1188-1192.
9. Lévy F, Poindron P, LE Neindre P. Atracția și repulsia prin fluidele amniotice și controlul lor olfactiv la oaie în perioada fătării. *Phys Behav.* 1983;31:687-692.
10. Nowak R. Simțuri implicate în discriminarea oilor Merino la contact apropiat și de la distanță de către mieii lor nou-născuți. *Anim Behav* . 1991;42:357-366.
11. Nowak R, Murphy TM, Lindsay DR, Alster P, Andersson R, Uvnas-Moberg K. Dezvoltarea unei relații preferențiale cu mama de către mielul nou-născut: importanța activității de supt. *Physiol Behav* . 1997;62:681-688.
12. Perrin G, Meurisse M, Levy F. Inactivarea zonei preoptice mediale sau a nucleului de pat al striei terminale perturbă diferențiat comportamentul matern la ovine. *Horm Behav* . 2007;52:461-73.
13. Poindron P, LE Neindre P. Reglarea endocrină și senzorială a comportamentului matern la oaie. Autor: Rosenblatt JS, Hinde RA, Beer C (eds). Progrese în studiul comportamentului. Vol. 11. New York: Academic Press; 1980. pp. 75-119.
14. Sebe F, Nowak R, Poindron P, AUBIN T. Stabilirea comunicării vocale și a discriminării între oi și mieii lor în primele două zile după fătare. *Dev Psychobiol* . 2007;49:375-386.
15. Terrazas A, Nowak R, Serafin N, Ferreira A, Lévy F, Poindron P. Mieii în vârstă de douăzeci și patru de ore se bazează mai mult pe comportamentul matern decât pe învățarea caracteristicilor individuale pentru a face diferența între propria mamă și o mamă străină. *Dev Psychobiol* . 2002;40:408-418.

CAPÍTULO 33

Anestro posparto en la vaca de carne

Rodolfo Ungerfeld

Din punct de vedere al producției, un obiectiv la bovinele de carne este obținerea unui viței pe an. Prin urmare, având în vedere că gestația durează aproximativ 9 luni, intervalul de la fătare la concepție nu ar trebui să depășească 3 luni . Pe de o parte, involuția uterină trebuie finalizată pentru ca o vacă să poată rămâne gestantă din nou. Cu toate acestea, cea mai mare limitare este anestrul postpartum, care este perioada de la fătare până când vaca își reia activitatea ciclică și este, prin urmare, crucială pentru eficiența reproductivă. Este important ca o vacă să poată avea un ciclu menstrual și să rămână gestantă în această perioadă, dar și să o facă cât mai devreme posibil. Dacă rămâne gestantă la sfârșitul sezonului de reproducere, în anul următor va făta spre sfârșitul sezonului de fătare, scăzând astfel probabilitatea ca aceasta să poată avea un ciclu menstrual și să rămână gestantă din nou (Fig. 33.1).

Durata anestrului este determinată în principal de starea nutrițională a vacii (starea metabolică) și de alăptatul acesteia. De asemenea, o pot afecta și alți factori, inclusiv rasa, paritatea, sezonul fătării și starea generală de sănătate a animalului.

Aceste limitări se manifestă printr-o frecvență scăzută a impulsurilor de LH, ceea ce restricționează dezvoltarea foliculară și concentrațiile de estrogen atinse. Secretia de LH este deja inhibată în perioada târzie a sarcinii, perioadă în care rezervele sale scad și ele. Secretia acestui hormon rămâne scăzută în perioada postpartum și crește treptat pe măsură ce se apropie reluarea ciclicității. Cu toate acestea, pe lângă scăderea cantității de LH stocată în glanda pituitară anterioară, secreția de GnRH este, de asemenea, bazală, iar reactivitatea hipofizei anterioare la aceasta este diminuată. În schimb, secreția de FSH nu pare a fi o limitare în perioada postpartum.

Paritate

Junincile fătate la prima vită au o perioadă de anestrus mai lungă decât junincile multipare, ceea ce le face categoria cheie care limitează cel mai semnificativ eficiența reproductivă a sistemului. Deși nu este pe deplin înțeleasă, se crede că aceste animale sunt afectate mai negativ de continuarea creșterii în timpul gestației, iar eficiența lor reproductivă încetinește.

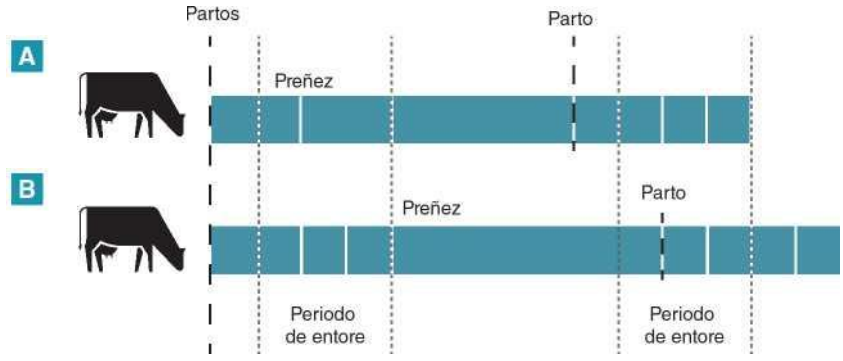


FIGURA 33.1. Exemplu de două vaci care necesită mai puține **(A)** sau mai multe **(B)** zile postpartum pentru a rămâne gestante și modul în care acest lucru afectează anii următori. Fiecare pătrat reprezintă o lună, iar în acest exemplu, sezonul de reproducere este de trei luni. În cazul vacii **A** , gestația este timpurie („fătare timpurie"), așadar în anul următor, reproducerea începe la 30 de zile postpartum, iar vaca are la dispoziție 2, 3 și 4 luni postpartum pentru a rămâne gestantă. În cazul vacii **B** , gestația este târzie („fătare târzie"), iar în anul următor, reproducerea începe cu 30 de zile înainte de fătare, iar vaca are la dispoziție 1 și 2 luni postpartum pentru a rămâne gestantă.

procesul lor de creștere. În plus, trebuie să producă lapte în aceeași situație, dar se sugerează și că stresul primei nașteri este mai mare decât cel al nașterilor ulterioare, iar acest lucru ar putea afecta și reluarea ciclicității.

Starea nutrițională

Starea corporală a vacii la fătare influențează puternic timpul necesar pentru reluarea ciclului său reproductiv. În etapele ulterioare ale gestației, cerințele legate de dezvoltarea fetală cresc semnificativ, în timp ce capacitatea animalului de a se hrăni scade. Mai mult, în sistemele bazate pe pășune, această perioadă coincide adesea cu o cantitate mai mică și o calitate mai slabă a pășunii disponibile. Fătarea este, de asemenea, asociată cu începutul producției de colostru și al lactației, toate acestea necesitând împreună mobilizarea unei cantități semnificative din rezervele de energie ale animalului, rezultând un bilanț energetic negativ. Deși uneori se susține că reproducerea nu este o prioritate, starea vacii este grav compromisă pentru a crește șansele de supraviețuire ale vițelului, ceea ce înseamnă prioritizarea succesului reproductiv față de propria homeostazie. Atâta timp cât bilanțul energetic negativ persistă, frecvența impulsurilor de GnRH și, prin urmare, a hormonului luteinizant (LH), este foarte scăzută. Când metabolismul energetic atinge echilibrul, pulsatilitatea LH crește și, în consecință, la fel și dimensiunea foliculară. Astfel, durata stării de bilanț energetic negativ va fi un factor determinant în stabilirea momentului în care foliculii dominanți ating o dimensiune mai mare, secretă o cantitate mai mare de estradiol și, prin urmare, sunt capabili să ovuleze (Fig. 33.2).

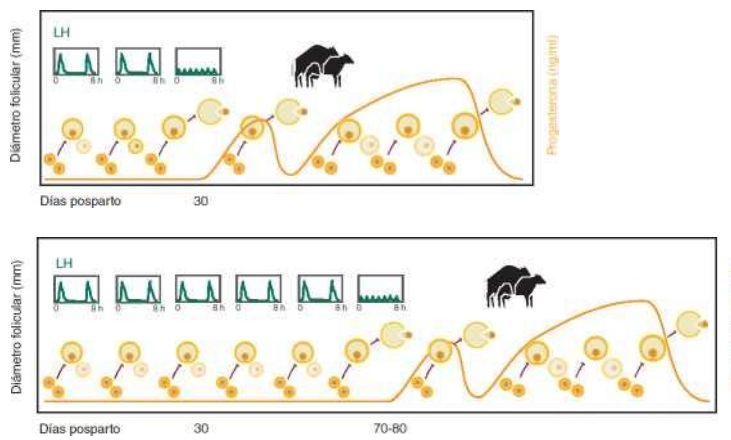


FIGURA 33.2. Pulsatilitatea hormonului luteinizant (LH), dezvoltarea foliculară, estrusul, ovulația și concentrațiile de progesteron (linia portocalie) la o vacă cu bilanț energetic negativ pe parcursul unei perioade scurte **(A)** sau lungi **(B)** .

Alăptarea

Prezența vițelului, dar mai ales suptul (Fig. 33.3), inhibă secreția de GnRH și, prin urmare, secreția de gonadotropină, dezvoltarea foliculară și, în final, ovulația. Efectele inhibitorii ale suptului sunt mai semnificative la vacile primipare decât la vacile multipare , precum și la vacile în stare precară, cu o accentuare a efectelor bilanțului energetic negativ. În plus, efectele propriului viței sunt, de asemenea, mai intense decât cele produse de un viței de la o altă vacă. Cu mulți ani în urmă, Short *și colab.* (1972) au stabilit că, indiferent de greutatea animalelor, anestrelul postpartum era mai lung la vacile care își sugeau vițelul decât la vacile fără viței și, de asemenea, mai lung la acestea din urmă decât la vacile care suferiseră mastectomie (fără uger) și erau fără viței (Fig. 33.4). Acest lucru indică faptul că prezența vițelului și suptul inhibă ciclicitatea prin mecanisme independente de cele metabolice. În plus, vacile mulse își reiau ciclicitatea mai devreme decât vacile care alăptează (Lamming, Walters și Peters, 1981) (Fig. 33.5), întărind rolul suptului în inhibarea ciclicității. Cu toate acestea, mai multe studii au arătat că stimularea mameloanelor singură sau acoperirea acestora nu are ca rezultat nicio diferență. Mai mult, întreruperea inervației ugerului nu modifică nici secreția de LH, nici durata anestrelor postpartum.

FIGURA 33.3. El vínculo con el ternero y el amamantamiento inhiben la ciclicidad de la madre.

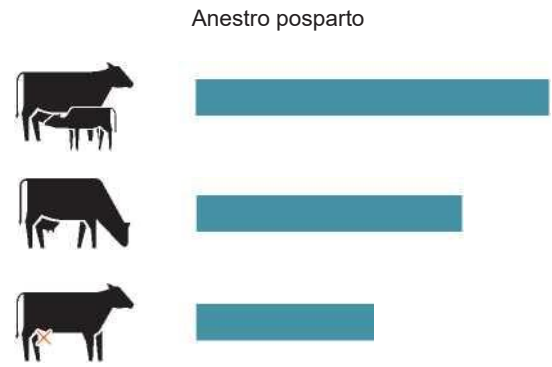


FIGURA 33.4. El anestro posparto es más largo en vacas que amamantan que en aquellas separadas de sus terneros, y más largo en estas que en las mastectomizadas.

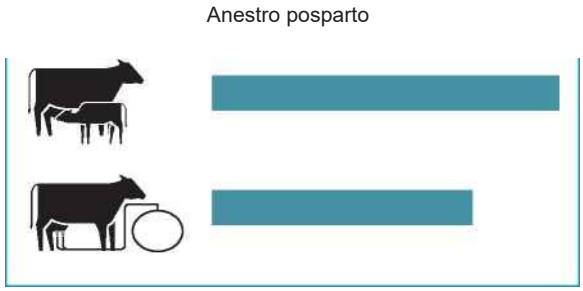


FIGURA 33.5. El amamantamiento tiene un efecto directo, ya que ordeñar inhibe en menor medida que amamantar el reinicio de la ciclicidad.

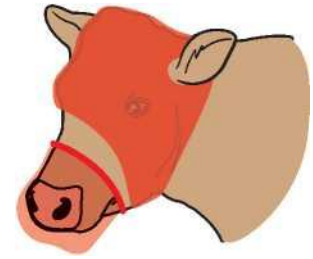


FIGURA 33.6. La vaca requiere de la visión o el olfato para identificar al ternero como propio, y que este inhiba la secreción de hormona luteinizante (LH).

Vaca își identifică vițelul prin văz și miros , și este suficient ca oricare dintre aceste simțuri să fie activ pentru ca prezența vițelului să inhibe secreția de LH (Griffith și Williams, 1996) (fig. 33.6). Totuși, dacă ambele căi sunt blocate simultan, prezența vițelului nu produce efecte negative. Acum se știe că inhibarea ciclicității cauzată de prezența vițelului este mediată de opioidele endogene (encefalină, β-endorfină etc.). Secretia acestor opioide crește odată cu prezența vițelului și contactul cu acesta, iar această creștere inhibă secreția de LH.

Înțărcare și ciclicitate

Întrucât prezența vițelului este un inhibitor puternic al ciclicității, au fost dezvoltate diverse strategii de înțărcare pentru a permite reluarea mai timpurie a acesteia. Înțărcarea definitivă poate fi hipertimpurie, timpurie, tradițională sau tardivă, în funcție de vârsta la care se aplică (Tabelul 33.1).

Separarea vițelului declanșează o creștere foarte rapidă a pulsatilității LH (Fig. 33.7).

TABELUL 33.1. Tipuri de înțărcare definitivă.

Înțărcarea finală	
Hiperprecoce	La vârsta de o lună Greutate minimă a vițelului: 40 kg
Devreme	Vârsta cuprinsă între 2 și 3 luni. Greutatea minimă a vițelului: 70 kg
Tradițional	Între 5 și 6 luni
Târziu	După vârsta de 6 luni

Vârstă

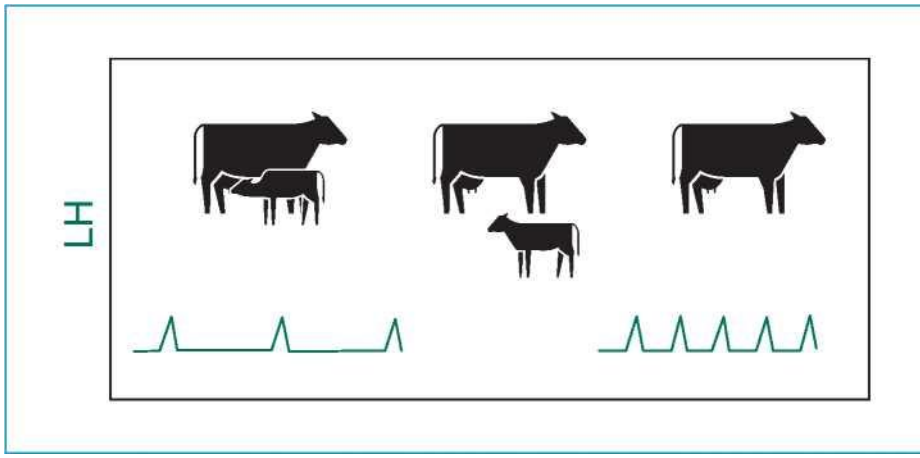


FIGURA 33.7 Pulsatilidad de hormona luteinizante (LH) en una vaca que amamanta y después de separar a su ternero.

Întărcarea temporară este utilizată și pentru a încuraja - reluarea ciclicității (Tabelul 33.2). Dacă se implementează întărcarea parțială, separând mamele de viței, este important ca aceștia să nu fie ținuți prea aproape, deoarece pot suge chiar și atunci când sunt separați de un gard (Fig. 33.8). Pentru ca răspunsul la întărcarea temporară să fie semnificativ, vacile trebuie să fie într-o condiție corporală mai bună, în special atunci când se folosesc atele nazale (Fig. 33.9).

TABELUL 33.1. Tipuri de întărcare definitivă.

Întărcare temporară	Criterii
Separare temporară scurtă	2-4 zile
Întărcare temporară	14 zile
Întărcare parțială	Permiteți alăptarea în anumite perioade ale zilei
Atelă nazală	Incapacitatea de a alăpta timp de 10-15 zile

FIGURA 33.8. Ternero amamantándose a través de un alambrado.

Reluarea ciclicității

Odată ce pulsatilitatea LH crește, foliculii cresc și secretă concentrații mai mari de estradiol ca răspuns la fiecare impuls de LH, până când se stabilește o buclă de feedback pozitiv între LH și estradiol. Aceasta duce la creșterea bruscă a nivelului de LH și la ovulație. Cu toate acestea, această ovulație nu duce de obicei la sarcină.

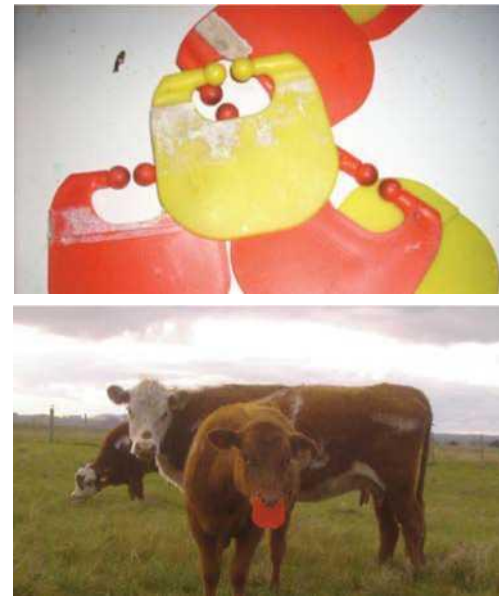


FIGURA 33.9. Tablillas (arriba) y ternero con tablilla nasal (abajo).

Este asociată cu comportamentul estral, de unde și termenul de „ovulație silențioasă”. Aceasta deoarece, fără un corp galben prealabil, nu există o sensibilizare prealabilă a centrului comportamental de către progesteron care ar declanșa comportamentul estral (Fig. 33.2) (vezi Capitolul 24).

Această ovulație este urmată de un corp galben de scurtă durată, ceea ce înseamnă că secretă concentrații scăzute de progesteron și regresează în câteva zile. Cu toate acestea, aceste concentrații sunt suficiente, în majoritatea cazurilor, pentru ca ovulația ulterioară să fie însoțită de estrus și urmată de un corp galben de durată normală (Fig. 33.2). Cu toate acestea, aceste cicluri timpurii sunt adesea neregulate și uneori se observă și un comportament estral fără ovulație .

REFERINȚE

1. Griffith MK, Williams GL. Rolul vederii și olfacției materne în inhibarea secreției de hormon luteinizant mediată de alăptare, exprimarea selectivității materne și performanța lactațională la vacile de carne. *Biol Reprod.* 1996;54:761-768.
2. Lamming GE, Walters DC, Peters AR. Modele endocrine ale vacii postpartum . *J Reprod Fert.* 1981; Supl. 30:155-169.
3. Short RE, Bellows RA, Moody EL, Howland BE. Efectele alăptării și mastectomiei asupra reproducerii postpartum la bovine. *J Anim Sci.* 1972;34:70-76.

Anestro posparto en la vaca lechera

Germán Ariel Domínguez, Santiago Corva, Santiago Pérez Wallace, Rodolfo Luzbel de la Sota

Pentru a obține un interval de fătare de 365 de zile, vacile ar trebui împerecheate la aproximativ 83 de zile postpartum, deoarece gestația durează 282 de zile. Întârzierile în prima ovulație scad eficiența reproductivă și expresia estrusului și cresc intervalul de la fătare la concepție și riscul de eliminare a vacilor din cireadă.

Vacile anovulatorii sunt cele care, după fătare, prezintă absența corpului galben și concentrații scăzute de progesteron. Incidența vacilor anovulatorii după 50 de zile postpartum variază în funcție de tipul de fermă, variind de la 25% în sistemele intensive (Gümen *și colab.,* 2003) până la 50% în unele sisteme bazate pe pășuni din Noua Zeelandă (Bryan *și colab.,* 2013).

În prezent, se dezbate dacă incidența anovulației este asociată cu nivelul de producție sau este strâns legată de pierderea condiției corporale la animale. Incidența anovulației este mai mare la vacile care și-au pierdut condiția corporală între 30 și 60 de zile postpartum decât la cele care și-au menținut sau și-au câștigat condiția corporală în aceeași perioadă (López *și colab.,* 2005).

CAUZELE ANOVULAȚIEI

Bolile infecțioase și tulburările metabolice asociate cu un bilanț energetic negativ prelungit în timpul lactației întârzie prima ovulație postpartum (Santos, Bisinotto și Ribeiro, 2016). Ovulația este, de asemenea, întârziată la vacile cu o perioadă de repaus fătat prelungită (mai mare de 76 de zile; Vercouteren *și colab.,* 2015) sau la vacile cu șchiopătare. - Tulburările legate de fătare și bolile care afectează tractul reproducător sunt principalii factori care reduc fertilitatea: vacile cu cel puțin o problemă de sănătate au fost mai puțin predispuse să-și reia ciclicitatea după perioada de așteptare voluntară și să rămână gestante după prima inseminare decât vacile sănătoase fără probleme de sănătate (Ribeiro *și colab.,* 2016).

Anterior, anovulația era numită anestrus (absența estrusului), deși acest termen a fost schimbat în anovulație pentru a exclude erorile în detectarea estrusului din definiția cazului clinic. Wiltbank, Gumen și Sartori (2002) au clasificat anovulațiile în trei categorii. Prima a inclus foliculii care au crescut doar până la emergentă (~4 mm); a doua, foliculii care au crescut până la deviație, dar nu până la dimensiunea ovulatorie (~9 mm); și, în final, a treia categorie, foliculii care au crescut până la dimensiunea ovulatorie sau mai mult decât aceasta (>10 mm).

Grupul nostru de lucru efectuează un diagnostic ecografic între zilele 50 și 70 postpartum și clasifică practic vacile în ciclice și anovulatorii în funcție de prezența sau absența corpului galben. Vacile anovulatorii sunt clasificate în trei categorii: 1) anestru profund, când în ovar există doar foliculi mai mici de 10 mm (asociat cu o condiție corporală scăzută; fig. 34.1); 2) anestru superficial, dacă în ovar există foliculi de 10 până la 20 mm, cu absența corpului galben și uter flasc la palparea rectală (fig. 34.2); și 3) vaci chistice, când în ovar există foliculi mai mari de 20 mm, absența corpului galben și uter flasc la palparea rectală și stare corporală acceptabilă (fig. 34.3; Bartolomé *și colab.,* 2005a, 2005b).

FIGURA 34.1. Imagine a unui ovar de la o vacă de lapte în anestrus profund. Se poate observa absența foliculilor de 10 mm sau mai mari și a corpului galben.

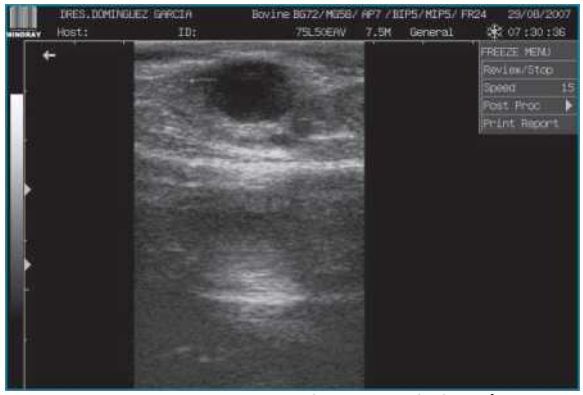


FIGURA 34.2. Imagine a unui ovar al unei vaci de lapte în anestrus superficial. Se poate observa prezența unui folicul de 10 mm sau mai mare și absența corpului galben.

FIGURA 34.3. Imagine a unui ovar de la o vacă de lapte anovulatorie cu chist folicular. Este prezent un folicul de 25 mm, iar corpul galben este absent. Rețineți că grosimea peretelui folicular este imperceptibilă.

Prevalența vacilor anovulatorii în studiile efectuate în Argentina este de 25%, primăvara fiind sezonul cu cea mai mare prevalență (34%), iar vara cu cea mai mică (18%) (Domínguez *și colab.,* 2019) (Tabelul 34.1). În acest studiu, s-a observat că prevalența vacilor anovulatorii este influențată de starea de sănătate a animalelor. De exemplu, prevalența anovulației la vacile sănătoase este de 20%; la vacile cu tulburări de reproducere (metrită puerperală, endometrită clinică, piometru), 22%; la vacile cu tulburări non-reproductive (mastită și șchiopătare clinică), 29%; iar la animalele cu ambele tipuri de tulburări, 33% (Tabelul 34.2). Eficiența reproductivă a vacilor anovulatorii este, de asemenea, influențată de starea lor de sănătate. Vacile ciclante au intervale mai scurte între prima fătare și concepție decât vacile în anestrus, la fel ca și vacile sănătoase în comparație cu vacile cu boli reproductive, non-reproductive sau ambele (Domínguez *et al.,* 2019; tabelele 34.3 și 34.4).

TABELUL 34.1. Apariția anestrului la vacile de lapte în funcție de anotimp.

Sezon	PRO	CINA	QUIS	ANOV	CICLU
Vară	32,16% (237/737)	54,00% (398/732)	13,84% (102/737)	18,17% (737/4.056)	81,83% (3.319/4.056)
Toamnă	45,17% (463/1.025)	46,23% (478/1.025)	8,20% (84/1.025)	22,95% (1,025/4,467)	77,05% (3.442/4.467)
Iarnă	37,25% (396/1.063)	57,95% (616/1.063)	4,80% (51/1.063)	27,15% (1.063/3.916)	72,85% (2.853/3.916)
Primăvară	45,22% (520/1.150)	49,39% (568/1.150)	5,39% (62/1.150)	33,75% (1.150/3.407)	66,25% (2.257/3.407)
Total	40,65% (1.616/3.975)	51,82% (2.060/3.975)	7,52% (299/3.975)	25,08% (3.975/15.846)	74,91% (11.871/15.846)

Adaptat după Domínguez *și colab.,* 2017. ANOV: numărul total de vaci anovulatorii; CICL: vaci ciclice; PRO: anestrus profund; QUIS: vacă chistică; SUP: anestrus superficial. Vară < toamnă < iarnă < primăvară; p <0,001.

TABELUL 34.2. Apariția anestrului la vacile de lapte în funcție de starea lor de sănătate.

	Furie	Nereproductiv	Reproductiv	Total
Ciclism	80,06 (5.503/6.874)	70,61 (2073/2.936)	78,07 (2.349/3.009)	78,49 (10.813/14.137)
Anestrus	19,94 (1.371/6.874)	29,39 (863/2.936)	21,93 (660/3.009)	23,51 (3.324/14.137)
Total	48,62 (6.874/14.137)	20,77 (2.936/14.137)	21.28 (3.009/14.137)	

Preluat din Domínguez *și colab.,* 2017. Sănătos < reproductiv < nereproductiv; p <0,001.

TABELUL 34.3. Starea de sănătate și intervalul dintre livrare și prima intervenție (zile).

	Furie	Tulburare non-reproductivă	Tulburare reproductivă	Total
Ciclism	67,41 ± 0,31	71,31 ± 0,51	73,32 ± 0,50	72,54 ± 0,28
Anestrus	95,61 ± 0,63	106,04 ± 0,80	100,07 ± 0,99	102,53 ± 0,47
Total	81,51 ± 0,35	88,68 ± 0,47	86,70 ± 0,55	

Preluat din Domínguez *și colab.,* 2019. Interacțiunea dintre anestru și starea de sănătate: p <0,001.

TABELUL 34.4. Intervalul de la fătare la concepție la vacile de lapte în funcție de starea lor de sănătate (zile)

	Furie	Tulburare non-reproductivă	Tulburare reproductivă	Total
Ciclism	123,20 ± 1,11	126,08 ± 1,84	144,23 ± 1,84	135,76 ± 1,03
Anestrus	164,56 ± 2,32	165,75 ± 2,97	177,62 ± 3,70	170,77 ± 1,75
Total	143,88 ± 1,29	145,91 ± 1,74	160,92 ± 2,07	

Preluat din Domínguez *și colab.,* 2019. Anestrus: p <0,001; sănătate: p <0,001.

TRATAMENTUL ANOVULAȚIEI

Protocoalele de sincronizare a estrului și ovulației, cum ar fi *Ovsynch și* utilizarea dispozitivelor intravaginale cu eliberare de progesteron (IVD), sunt probabil cele mai utilizate tratamente pentru vacile anovulatorii. Absența corpului galben în timpul protocolului de sincronizare la vacile anovulatorii are ca rezultat concentrații scăzute de progesteron în timpul creșterii foliculare, ceea ce scade supraviețuirea embrionilor și reduce ratele de gestație la inseminare (Santos *et al.,* 2016). Un minim de 2 ng/ml de progesteron este necesar în timpul creșterii foliculului preovulatoriu pentru a obține rate de concepție similare cu cele de la vacile la care foliculul preovulatoriu crește în timpul diestrului (Santos *et al.,* 2016). Suplimentarea cu două perfuzii intravenoase (IVI) într-un protocol *Ovsynch* la vacile fără corp galben la începutul tratamentului a crescut progesteronul la 2,77 ng/ml în timpul dezvoltării foliculului dominant, rezultând rate de concepție similare cu cele ale vacilor în diestru la începutul tratamentului fără suplimentare cu progesteron (Bisinotto *et al.,* 2013; 2015). Rezultate similare au fost obținute în Argentina cu un număr mai mic de vaci, iar după utilizarea IVI cu o concentrație mai mare de progesteron, s-a observat o îmbunătățire a ratelor de gestație la vacile anovulatorii (Scandalo *et al.,* 2018). Administrarea de eCG în momentul îndepărtării DIV într-un protocol de inseminare cu timp fix la vacile de lapte a avut tendința de a crește dimensiunea corpului galben și de a crește concentrația plasmatică de progesteron în ciclul următor, îmbunătățind rata de concepție la vacile cu condiție corporală inferioară (Souza *et al.,* 2009; Bryan *et al.,* 2013).

CHISTURI

Chisturile sunt structuri patologice frecvente la rasele de bovine de lapte, dar mai puțin la rasele de carne (Ha fez, Jainudeen și Rosnina, 2000). Anterior, acestea erau definite ca structuri foliculare mai mari de 25 mm care persistă în ovar mai mult de 10 zile fără corp luteal (Roberts, 1971). Mai recent, cu ajutorul ultrasunetelor, chisturile pot fi definite ca prezența mai multor foliculi cu diametrul de 18-20 mm, în absența unui corp luteal și cu un uter flasc la palparea rectală la vacile de lapte cu o condiție corporală acceptabilă (Bartolomé *și colab.,* 2005a-b). Chisturile pot fi clasificate ca foliculare sau luteale. Chisturile foliculare au un perete foarte subțire, în timp ce chisturile luteale au un perete de țesut luteal care poate măsura 2 până la 4 mm în grosime (Fig. 34.3 și 34.4). Prevalența chisturilor foliculare la vacile de lapte poate varia de la 9% la 15% (Bartolomé *et al.,* 2005a). Cele mai eficiente protocoale de tratament se bazează pe administrarea unei doze de GnRH, urmată șapte zile mai târziu de o doză de prostaglandine. În unele cazuri, inseminarea se efectuează la estrusul detectat, deși alți autori recomandă o a doua injecție cu GnRH la 48 de ore după injecția cu prostaglandine și inseminare artificială temporizată (Bartolomé *et al.,* 2005a).

Rezultatele grupului nostru de lucru din Argentina arată că adăugarea unui DIV la un protocol Se lectSynch pentru tratamentul chisturilor nu a îmbunătățit eficiența reproductivă la vacile de lapte (Domínguez *et al,* 2017) (tabelul 34.5).

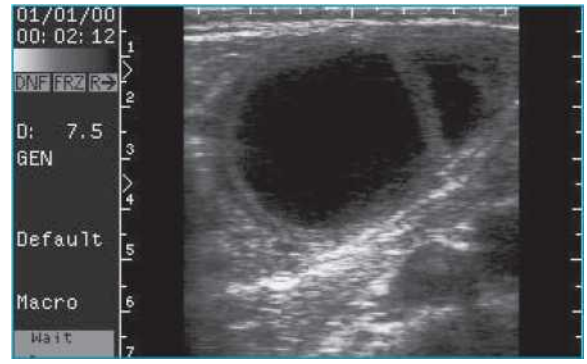


FIGURA 34.4. Imagine a unui ovar de la o vacă de lapte anovulatorie cu chist luteal. Se poate observa un folicul de 25 mm și absența corpului luteal. Rețineți că grosimea peretelui folicular este de 3-4 mm.

TABELUL 34.5. Efectul chisturilor ovariene asupra eficienței productive și reproductive la vacile de lapte.

	Chist 1		Chist 2	
	CU	TRT	CU	TRT
Livrare (n)	2,56 ± 0,10	2,49 ± 0,11	2,96 ± 0,19	2,25 ± 0,22
Zile în lapte (z)	222,33 ± 10,45	198,96 ± 11,27	290,89 ± 19,96	298,65 ± 23,62
Producția de lapte/zi (l)	33,98 ± 0,54	34,48 ± 0,58	34,18 ± 0,96	32,32 ± 1,15
Condiția corporală (u)	2,85 ± 0,03	2,80 ± 0,03	3,04 ± 0,06	2,91 ± 0,07
Interval TRT-IA (d)	14,12 ± 0,84	13,37 ± 0,87	14,66 ± 1,56	13,47 ± 1,75
Total (n)	178	153	56	40
Atingere normală (%)	16,3 (29/178)	11.1 (17/153)	23,2 (13/56)	10,0 (4/40)
Inseminate <14 zile (%)	50,6 (90/178)	66,0 (101/153)	50,0 (28/56)	75,0 (30/40)
Inseminate >14 zile (%)	15.1 (27/178)	13,0 (20/153)	12,5 (7/56)	10,0 (4/40)
Niciun eveniment (%)	17,9 (32/178)	9,8 (15/153)	14,3 (8/56)	5,0 (2/40)
Concepție (%)	30,0 (27/90)	21,8 (22/101)	21,5 (6/28)	13,3 (4/30)
Sarcină (%)	16,9 (30/178)	17,0 (26/153)	12,5 (7/56)	12,5 (5/40)
Vindecare (%)	66,9 (119/178)	77,1 (118/153)	73,2 (41/56)	85,0 (34/40)

Preluat din Domínguez *și colab.,* 2017. Chist 1: primul caz de chist ovarian diagnosticat în timpul alăptării; chist 2: al doilea caz de chist ovarian diagnosticat în timpul alăptării; IA: inseminare artificială; CON: SelectSynch; TRT: SelectSynch + CIDR.

REFERINȚE

1. Bartolomé JA, Thatcher WW, Melendez P, Risco CA, Archbald L. Strategii pentru diagnosticarea și tratamentul chisturilor ovariene la bovinele de lapte. JAVMA. 2005a;227:1409-1414.
2. Bartolome JA, Sozzi A, McHale J, Melendez P, Arteche ACM, Sil veste FT, Kelbert D, Swift K, Archbald LF, Thatcher WW. Resincronizarea ovulației și a inseminării temporizate la vacile de lapte care alăptează. II: Atribuirea protocoalelor în funcție de etapele ciclului estral sau de prezența chisturilor ovariene sau a anestrelor. *Theriogenology*. 2005b;63:1628-1642.
3. Bisinotto RS, Pansani MB, Castro LO, Narciso CD, Sinedino LD, Mar tinez N, Carneiro PE, Thatcher WW, Santos JE. Efectul suplimentării cu progesteron asupra răspunsurilor de fertilitate ale vacilor de lapte lactante cu corp galben la inițierea protocolului Ovsynch. *Theriogeno-bgy*. 2015;83:257-265.
4. Bisinotto RS, Ribeiro ES, Lima FS, Martinez N, Greco LF, Barbosa LFSP, Bueno PP, Scagion LFS, Thatcher WW, Santos JEP. Suplimentarea țintită cu progesteron îmbunătățește fertilitatea vacilor de lapte care alăptează, fără corp galben, la inițierea protocolului de inseminare artificială temporizată. *J Dairy Sci.* 2013;96:2214-2225.
5. Bryan MA, Bó G, Mapletoft RJ, Emslie FR. Utilizarea gonadotropinei corionice ecvine în tratamentul vacilor de lapte anestre în protocoale de 6 sau 7 zile cu hormon de eliberare a gonadotropinei/progesteron. *J Dairy Sci* . 2013;96:122-131.
6. Domínguez GA, Ravera E, Corva SG, De la Sota RL. Eficacitatea celor două protocoale pentru tratamentul leziunilor ovariene în zile de sărbătoare similare. Al 12-lea Simpozion Internațional de Reproducere Animală; 30 august - 1 septembrie 2017; Córdoba (Argentina).
7. Domínguez GA, Corva SG, Ravera EL, Perez Wallace SM, De la Sota RL. Efectul anovulației asupra eficienței reproductive la vacile cu producție mare. Al 13-lea Simpozion Internațional privind Reproducerea Animală. 28-30 august 2019; Córdoba (Argentina).
8. Gümen A, Guenther JN, Wiltbank MC. Dimensiunea foliculară și răspunsul la ovisincronizare versus detectarea estrului la vacile de lapte anovulare și ovulare care lactează. *J Dairy Sci* . 2003;86:3184-3194.
9. Hafez ESE, Jainudeen MR, Rosnina, Y. Hormoni, factori de creștere și reproducere. În: Hafez ESE, Hafez B. Reproducerea și inseminarea artificială la animale. Ediția a 7-a . Mexic: McGraw-Hill Interamericana ; 2000. pp. 33-55.
10. Roberts SJ. Obstetrică veterinară și boli genitale (Teriogenologie). Ediția a 2-a. Ann Arbor (Michigan, Statele Unite): Edwards Brothers Inc.; 1971.
11. Ribeiro ES, Gomes G, Greco LF, Cerri RLA, Vieira-Neto A, Monteiro PLJ Jr, Lima FS, Bisinotto RS, Thatcher WW, Santos JEP. Efectul de reportare al bolilor inflamatorii postpartum asupra biologiei dezvoltării și fertilității la vacile de lapte care alăptează. *J Dairy Sci* . 2016;99:2201-2220.
12. Santos JEP, Bisinotto RS, Ribeiro ES. Mecanisme care stau la baza fertilității reduse la vacile de lapte anovulare. *Theriogenology.* 2016;86:254-262.
13. Scandalo DG, Bilbao MG, Massara N, Moran KD, Farcey MF, Zapata LO, Bartolomé JA. Inseminare artificială cu timp fix utilizând diferite dispozitive intravaginale cu progesteron și doze de prostaglandine la vacile de lapte. *Taurus.* 2018;77:24-30.
14. Souza AH, Viechnieski S, Lima FA, Silva FF, Araújo R, Bó GA, Wilt bank MC, Baruselli PS. Efectele gonadotropinei corionice ecvine și ale tipului de stimul ovulator într-un protocol de IA temporizată asupra răspunsurilor reproductive la vacile de lapte. *Theriogenology.* 2009;72:10-21.
15. Vercouteren MM, Bittar JH, Pinedo PJ, Risco CA, Santos JE, Vieira -Neto A, Galvão KN. Factori asociați cu ciclicitatea timpurie la vacile de lapte postpartum. *J Dairy Sci* . 2015;98:229-239.
16. Wiltbank MC, Gumen A, Sartori R. Clasificarea fiziologică a afecțiunilor vulvatorii anus la bovine. *Theriogenology* . 2002;57:21-52.

SECȚIUNE

8

Fiziologie reproductivă comparativă

CAPITOLUL 35. Fiziologia reproducerii la canini

CAPITOLUL 36. Fiziologia reproducerii la felini CAPITOLUL 37. Aspecte reproductive la bovinele de carne

CAPITOLUL 38. Fiziologia reproductivă a vacii de lapte

CAPITOLUL 39. Fiziologia reproductivă la ovine

CAPITOLUL 40. Fiziologia reproductivă la caprine

CAPITOLUL 41. Principalele caracteristici reproductive ale bivolilor

CAPITOLUL 42. Fiziologia reproductivă la ecvine

CAPITOLUL 43. Fiziologia reproductivă la specia porcină

CAPITOLUL 44. Fiziologia reproductivă a camelidelor sud-americane

Fiziologia reproductivă la câini

María Alejandra Stornelli, María Cecilia Stornelli

Cățeaua este monoestră, nesezonieră, politocă, cu ovulație spontană, o fază luteală lungă urmată de un anestrus obligatoriu și variabil și un interval de interestrus de 4 până la 12 luni. Ovulația are loc la 2 zile după creșterea producției de LH (hormon luteinizant) și produce ovocite primare care se maturizează în oviduct în 2-3 zile până când sunt pregătite pentru fertilizare.

Funcția luteală este practic aceeași la cățelele gestante și la cele negestante. La cățelele gestante, progesteronul revine brusc la nivelurile bazale după luteoliză, imediat înainte de fătare, în timp ce la cățelele negestante scade treptat după aproximativ 75 de zile, deoarece nu există un mecanism luteolitic. Nu au fost identificate gonadotropine sau progesteron de origine placentară în timpul gestației, iar steroizii sexuali sunt exclusiv de origine ovariană. La cățelele negestante, faza luteală prelungită induce dezvoltarea mamară și, chiar și la sfârșitul diestrului, când concentrația de progesteron scade la niveluri bazale fără o scădere a concentrației serice de prolactină, poate apărea dezvoltarea mamară cu secreție de lapte și modificări comportamentale (pseudogestație clinică) (Fig. 35.1).

PUBERTATE

Pubertatea apare atunci când o cățeluș atinge dimensiunea adultă, între 6 și 10 luni la rasele mici, deși poate fi atinsă la vârsta de doi ani la rasele mari sau gigantice. Maturitatea sexuală, sau capacitatea reproductivă maximă, este atinsă între al doilea și al patrulea ciclu de călduri. Femelele pubertale pot prezenta călduri fragmentate, cu semne precum secreții vulvare serosanguinogene, edem vulvar și atracție față de un mascul, asociate cu un val de dezvoltare foliculară. Cu toate acestea, ovulația nu are loc, deoarece semnele dispar după câteva zile. Se pot observa unul sau mai multe valuri de dezvoltare foliculară până când estrusul adevărat începe după câteva zile sau săptămâni. Ovulația nu va avea loc în timpul undelor de dezvoltare foliculară care nu progresează spre estrus, dar ovulația are loc în valul complet de dezvoltare foliculară care însoțește estrusul adevărat, iar concepția poate avea loc dacă femela este împerecheată.

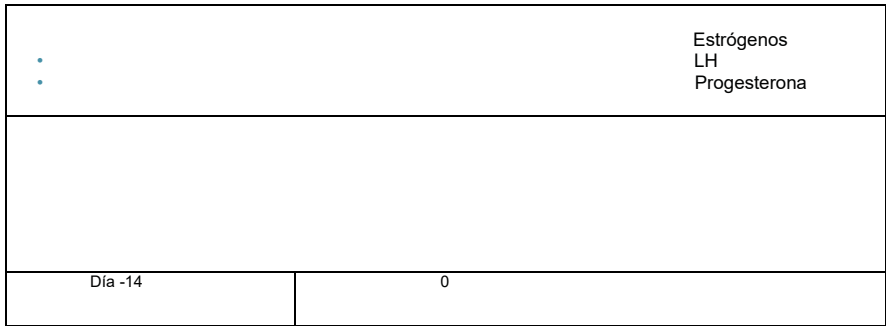


FIGURA 35.1. Perfiles hormonales en la perra en los que se muestra cómo se produce la seudopreñez. LH: hormona luteinizante.

ETAPELE CICLULUI ESTRAL CANIN

Ciclul reproductiv include trei etape: proestrus, estrus și diestrus, urmate de un anestre obligatoriu care determină intervalul interesterial. Intervalele interesteriale mai mici de 4 luni sunt asociate cu infertilitate, iar cele care depășesc 11 luni cu subfertilitate. Rasele de câini africani , cum ar fi Basenji, au cicluri menstruale o dată pe an și sunt singurele rase cu un interval interesterial normal mai mare de 11 luni. Principalele semne clinice și citologia vaginală pentru fiecare etapă sunt rezumate în Tabelul 35.1.

TABLA 35.1. Imagen citologica vaginal en las diferentes etapas del ciclo estral y el anestro.

Etapa	Duración	Principales signos clínicos	Citología vaginal
Proestro temprano	1-7 días	Edema vulvar Presencia de reflejos sexuales Atracción del macho Falta de receptividad	Células intermedias Células superficiales Eritrocitos Neutrófilos polimorfonucleares Fondo sucio
Proestro medio	5-15 días	Edema vulvar Presencia de reflejos sexuales Atracción del macho Falta de receptividad	Células intermedias Células superficiales Eritrocitos Fondo sucio
Proestro tardío	7-10 días	Edema vulvar Presencia de reflejos sexuales Atracción del macho Falta de receptividad	Células superficiales Fondo limpio
Estro	7 días	Ausencia de edema vulvar Presencia de reflejos sexuales Atracción del macho Receptividad	Células superficiales Fondo limpio
Diestro	60-75 días	Ausencia de edema vulvar Sin atracción del macho Falta de receptividad	Células intermedias Células superficiales Eritrocitos Neutrófilos polimorfonucleares Fondo sucio
Anestro temprano	2-14 semanas	Ausencia de edema vulvar Sin atracción del macho Falta de receptividad	Células parabasales Células intermedias
Anestro medio	4-18 semanas	Ausencia de edema vulvar Sin atracción del macho Falta de receptividad	Células parabasales
Anestro final	2-8 semanas	Ausencia de edema vulvar Sin atracción del macho Falta de receptividad	Células parabasales Células intermedias Células superficiales

Proestrus

Femela atrage masculul cu feromoni, dar nu acceptă copulația. Cantități variabile de secreții vaginale cu sânge apar din uter prin colul uterin ușor relaxat. Vulva se mărește și se dezvoltă edemul și umflarea buzelor vulvare. În cele din urmă, apar trei reflexe sexuale: înclinarea sau clipirea în sus a vulvei ca răspuns la frecarea pielii imediat dorsale acesteia, curbura ipsilaterală a membrelor posterioare și devierea contralaterală sau verticală a cozii ca răspuns la stimularea laterală a vulvei.

În ceea ce privește constatările vaginoscopice, mucoasa vaginală devine edematoasă, cu pliuri rotunjite care umplu lumenul vaginal. Pe măsură ce proestrusul progresează, pliurile devin mai turgescente și hiperemice. Se poate observa lichid roz sau roșu aprins din uter. Concentrațiile de estrogen cresc în timpul proestrusului în asociere cu dezvoltarea foliculară (Fig. 35.2). și cu progesteron bazal; acestea cresc peste 0,5 ng/ml în ultimele 12-48 de ore, în timp ce - concentrațiile de estradiol scad. Creșterea progesteronului este legată de luteinizarea preovulatorie a foliculilor. Nivelurile serice de LH cresc la sfârșitul proestrusului până la creșterea bruscă a LH preovulatorie, iar nivelurile de FSH scad în timpul proestrusului. Proestrusul se termină odată cu creșterea bruscă a LH preovulatorie. Valori crescute

- Estrogeni
- Vârful LH
- Progesteron

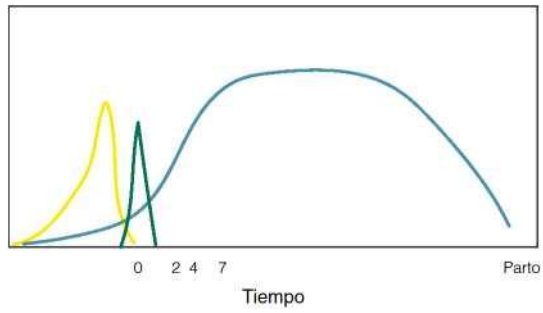


FIGURA 35.2. Profiluri hormonale în timpul ciclului estral al cățelei. LH: hormon luteinizant.

concentrațiile de prolactină cu cinci zile înainte de unda LH preovulatorie.

În ceea ce privește citologia vaginală, așa cum se arată în Tabelul 35.1, se observă un număr variabil de eritrocite, puține celule parabazale, numeroase celule intermediare și o cantitate moderată de celule superficiale , existând posibilitatea

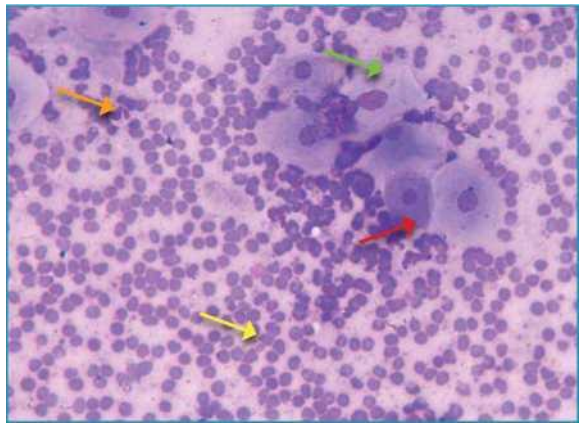


FIGURA 35.3. Citologie vaginală a proestrului. Se observă celularitate abundentă cu predominanță a celulelor intermediare (săgeată roșie) și a celulelor superficiale (săgeată verde), prezența neutrofilelor (săgeată portocalie) și eritrocite abundente (săgeată galbenă). Colorație 15; 400x.

Se observă neutrofile și bacterii. Fundalul este de obicei murdar din cauza prezenței secrețiilor cervicale și vaginale vâscoase. La mijlocul proestrului, neutrofilele dispar, iar numărul celulelor mari intermediare și de suprafață crește. Eritrocitele pot fi sau nu prezente, iar fundalul este fie murdar, fie transparent. În stadiul avansat, există un număr variabil de eritrocite și un fundal transparent, peste 80% din celulele de suprafață având nuclei picnotici sau anucleați.

Estrul

Reflexele sexuale sunt mai intense. Receptivitatea începe, în general, să coincidă cu creșterea nivelului de LH, deși poate apărea 1-4 zile mai târziu. Unele cățele acceptă masculul în timpul proestrului, în timp ce altele nu sunt niciodată receptive, în ciuda unor profiluri hormonale normale și ovulații fertile. Vulva este mai flască decât în proestru pentru a facilita intromisiunea peniană. Secrețiile vulvare scade în grade diferite și conțin mai puțin sânge decât în proestru, devenind mai deschise la culoare, deși unele femele pot avea secrții sângeroase fără variații de culoare sau cantitate între estru și proestru.

După creșterea nivelului de LH preovulator, pliurile - mucoasei vaginale își pierd edemul și apar ridate și palide.

Estrul începe odată cu creșterea bruscă a concentrațiilor serice de LH, cu concentrații de progesteron de 0,8–3 ng/ml, asociate cu luteinizarea preovulatorie a foliculilor. La două zile după ovulație, aceste niveluri continuă să crească. Scăderea concentrațiilor de estradiol indică maturarea finală a foliculilor cu câteva zile înainte de ovulație. Combinația dintre creșterea progesteronului seric și scăderea concentrațiilor de estradiol stimulează receptivitatea și produce feedback pozitiv, care stimulează o creștere bruscă a nivelului de LH. Progesteronul crește rapid (în general >1–2 ng/ml), concomitent cu creșterea bruscă a nivelului de LH și luteinizarea preovulatorie a foliculilor (celulele se luteinizează și încep să secrete progesteron înainte de apariția corpului galben). Cățeaua ovulează ovocite primare, care pot fi fertilizate.

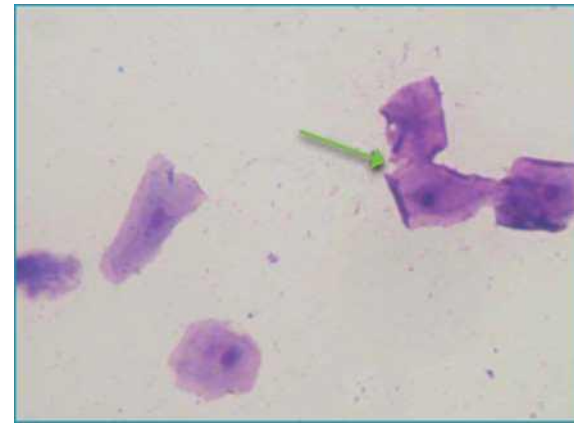


FIGURA 35.4. Citologie vaginală în timpul estrusului. Se observă predominanța celulelor superficiale (săgeata verde) și un fundal curat. Colorație 15; 400x.

La 48-72 de ore, acestea se transformă în ovocite secundare. În acest moment, ovocitele au coborât două treimi din oviduct și sunt gata de a fi fertilizate.

Nu există modificări ale citologiei vaginale care să indice o creștere bruscă a nivelului de LH sau ovulație. Celulele de suprafață nucleate și anucleate reprezintă mai mult de 80% din celule și pot fi chiar 100%. Nu se observă neutrofile, eritrocitele pot fi sau nu prezente, iar fundalul frotiului este clar (Fig. 35.4).

Corect

În acest moment, atracția cățelușei față de mascul scade și ea îl respinge.

Pliurile mucoasei vaginale devin subțiri , netede și flasce. Mucusul este maroniu și filamentos.

Concentrațiile serice de progesteron cresc rapid peste 12 ng/ml cu 72-96 de ore înainte de ovulație, atingând vârfuri de 15-90 ng/ml la 15-30 de zile după creșterea bruscă a hormonului luteinic (LH). Concentrațiile de progesteron scad apoi treptat în următoarele 5-6 săptămâni.

După ovulație, cățelele negestante au corpora lutea funcțională care durează mai mult decât cea a cățelor gestante, cu concentrații serice de progesteron similare cu cele ale femelelor gestante. Corpusul luteum necesită suport cu luteotropină, care este esențială începând cu ziua 21. Nivelurile de prolactină cresc la cățelele negestante concomitent cu scăderea progesteronului, ceea ce poate fi asociat cu apariția pseudogestației clinice.

În citologia vaginală, procentul de celule superficiale - scade, iar procentul de celule intermediare crește. Ocazional, în frotiu pot apărea leucocite, dar acestea dispar ulterior odată cu eritrocitele. Celulele epiteliale corespund celulelor intermediare și parabazale (Fig. 35.5).

Anestrus

Anestrul este faza de repaus a ciclului reproductiv canin: femela nu atrage masculii și nu este receptivă. Vulva este mică, iar secrețiile vaginale sunt rare sau absente.

Mucoasa vaginală prezintă pliuri subțiri, flasce și palide. Durata anestrului este variabilă, de la 16 la 18 săptămâni și poate varia de la 8 la 40 de săptămâni (Tabelul 35.1).

Nivelurile de progesteron sunt bazale. În anestrul târziu, eliberarea de GnRH din hipotalamus crește, ceea ce la rândul său crește secreția de FSH și LH pe măsură ce se apropie proestrul. Prolactina poate influența sfârșitul anestrului și începutul proestrului.

În frotiurile vaginale predomină celulele parabazale și celulele intermediare mici. Bacteriile pot fi sau nu prezente, iar fundalul frotiului poate apărea limpede sau murdar (Fig. 35.6).

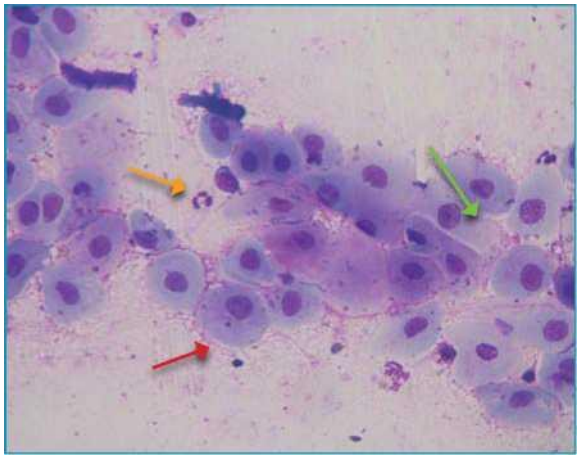


FIGURA 35.5. Citologie vaginală cu dextrost. Se observă o celularitate abundentă, cu o predominanță a celulelor intermediare (săgeată roșie) și puține celule superficiale (săgeată verde). Sunt prezente neutrofile (săgeată portocalie). Colorație: 15; 400x.

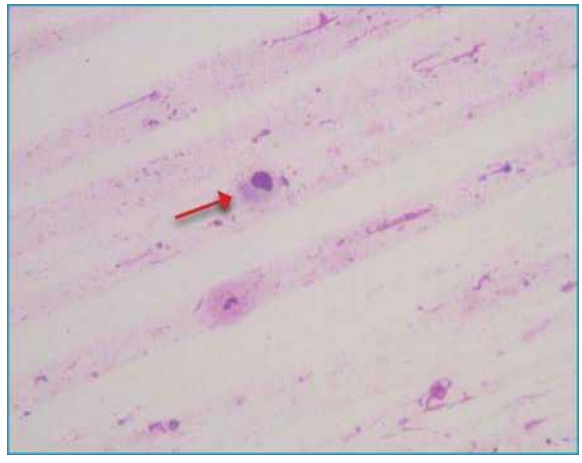


FIGURA 35.6. Citologie vaginală a anestrului. Se observă puține celule parabazale (săgeată roșie), fundal cu mucus. Colorație: 15; 400x.

Fiziologia reproductivă a felinelor

María Alejandra Stornelli, Romina Núñez Favre

CICLU ESTRAL FELIN

Pisica domestică are particularitatea de a fi poliestrală sezonier și fotoperiodic pozitivă, cu ovulație indusă. Femela va avea cicluri repetate, cu estrus la fiecare 14-19 zile dacă nu există gestație, pseudogestație sau boală (Fig. 36.1). Ciclul estral felin este împărțit în proestrus, estrus, diestrus și interestrus (fig. 36.2). Intervalul dintre cicluri este între 14 și 19 zile la femelele expuse la o medie de 14 ore de lumină pe zi (Johnston, 2001). Perioada de reproducere a pisicii cuprinde sezoanele de primăvară și vară, dar sub un regim de lumină artificială de 14 ore de lumină pe zi, acestea au cicluri pe tot parcursul anului. În schimb, dacă pisicile sunt expuse la un regim de lumină zilnic scurt (8 ore de lumină pe zi), activitatea ovariană încetează și, în consecință, femela intră în anestru (Leyva, Addiego și Stabenfeldt, 1984).

Majoritatea pisicilor femele ating pubertatea între 6 și 9 luni. Aceasta variază în funcție de mai mulți factori, inclusiv de perioada anului în care s-au născut. Femelele născute iarna încep activitatea sexuală mai devreme decât cele născute vara. În plus, maturitatea sexuală are o oarecare ereditate: rasele cu păr scurt, cum ar fi siameza sau birmaneza, o ating mai devreme decât rasele cu păr lung, cum ar fi persana. Un alt factor de luat în considerare este greutatea, deoarece femelele au nevoie de o greutate minimă de 2,3-2,5 kg pentru a ajunge la pubertate (Verstegen, 1998).

SEZONALITATEA REPRODUCTIVĂ LA PISICA DOMESTRICĂ *(FELIS SILVESTRIS CATUS)*

Influența mediului și reglarea endocrină

Mamiferele s-au adaptat la viața în habitate cu fluctuații climatice și variații fotoperiodice. Cele care locuiesc în regiuni cu diferențe marcante în ceea ce privește fotoperioada pe parcursul anului prezintă schimbări ciclice în fiziologia și comportamentul lor și manifestă activitate reproductivă atunci când este posibil să se satisfacă cele mai mari nevoi energetice (gestație târzie, fătare, lactație și înțărcare). Prin urmare, etapa reproductivă coincide cu cea mai mare disponibilitate a hranei pentru a asigura supraviețuirea puilor. Astfel, animalele prezintă perioade de activitate sexuală urmate de perioade de odihnă, de durată și intensitate variabile, ambele reglate de fotoperioadă (vezi Capitolul 14).

FIGURA 36.2. Ciclul estral felin.

Sezonalitatea la felina femelă

Timp de mai bine de trei decenii, pisica a fost clasificată ca fiind fotoperiodică pozitivă, prezentând cicluri estrale în timpul zilelor lungi (12 ore de lumină naturală sau mai mult: primăvară-vară), în concordanță cu durata scurtă a secreției de melatonină. În schimb, în timpul iernii, când există mai

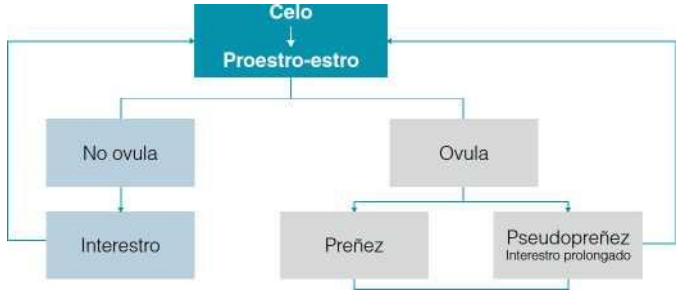


FIGURA 36.1. Etapas reproductivas en la gata.

puțin de 8 ore de lumină naturală, nu apar impulsuri de GnRH, iar axa hipotalamo-hipofizo-gonadală este latentă, astfel încât

activitatea ovariană încetează și femela intră în anestre (Leyva, Addiego și Stabenfeldt, 1984) (Fig. 36.3). La această specie, concentrațiile plasmatice de melatonină sunt sincronizate cu concentrațiile plasmatice de prolactină, astfel încât ambii hormoni sunt crescuți în timpul fotoperioadei scurte (sezonul non-reproductiv) și scăzuti în timpul fotoperioadei lungi (sezonul reproductiv; Verstegen, 1998).

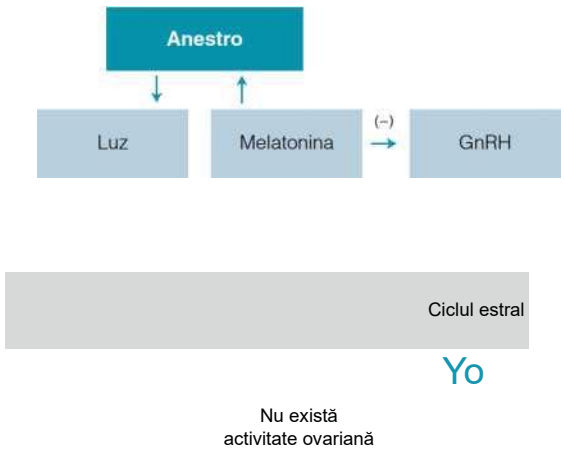


FIGURA 36.3. Reglarea anestrului la pisică.

Sezonalitatea la felina masculă

Deși unii autori au raportat absența sezonalității reproductive la pisici la sfârșitul anilor 1990, studii ulterioare au sugerat producția sezonieră de spermă la masculii felini. Ca și în cazul altor specii fotoperiodice, pisicile domestice prezintă - spermatogeneză continuă și produc spermă pe tot parcursul anului, dar cu variații semnificative ale stării reproductive în raport cu fotoperioada (Tabelul 36.1).

În ciuda numeroaselor studii, parametrii seminali ai unui număr normal de spermatozoizi felini nu au fost încă definiți și se estimează că procentul de spermatozoizi normali din punct de vedere morfologic la pisicile metise este de peste 60%. Dificultatea standardizării valorilor normale ale numărului de spermatozoizi provine din variabilitatea semnificativă între diferite pisici și între probele de la aceeași pisică, tehnica de colectare a spermei (vagin artificial, electroejaculare sau cateterizare uretrală), variațiile sezoniere pe parcursul anului și diferitele tehnici utilizate pentru evaluarea spermei în diverse laboratoare.

TABELUL 36.1. Studii care arată creșterea producției de spermatozoizi în timpul zilelor lungi.

Valori mai mari în zilele lungi	Referință
Greutatea testiculară și numărul de spermatozoizi per testicul	Blottner (2007)
Dezvoltarea rândului de semințe	Stornelli *și colab.* (2009)
Volumul seminal din ejaculate	Johnstone (1984)
Cantitatea și calitatea spermei epididimale	Reyna *și colab.* (2006)
Concentrația de spermă în ejaculat	Núñez Favre (2012b)
Motilitatea și procentul de spermatozoizi normali	Blottner (2007)
Procentul de spermatozoizi normali	Núñez Favre (2012a)

Indicatori reproductivi la pisici

Testiculele cântăresc aproximativ 1,2 g și produc 16 milioane de spermatozoizi pe gram. Spermatogeneza durează 47 de zile, așadar la fiecare 47 de zile spermatozoizii din aceeași generație sunt mutați în epididim. Acolo are loc maturarea, iar cozile epididimului depozitează spermatozoizii pregătiți pentru ejaculare, care sunt acum capabili să pătrundă în zona pelucidă și să fertilizeze ovocitul.

Epididimul are un epiteliu pseudostratificat în care se pot observa trei tipuri de celule (celule principale, apicale și bazale; Fig. 36.4). La pisica domestică , celulele principale sunt împărțite în celule deschise și celule închise la culoare (Fig. 36.5). Această caracteristică de colorare observată la microscop optic ar putea fi legată de diferențele de fiziologie ale fiecărui tip de celulă. Iarna, proporția de celule închise la culoare scade, iar proporția de celule deschise la culoare crește, contrar a ceea ce se întâmplă vara și toamna, sugerând o activitate celulară epididimale mai mare în perioada de vârf a producției de spermatozoizi. Procentul de celule pozitive pentru acidul periodic Schiff (PAS) crește primăvara și vara, ceea ce s-ar corela cu o activitate secretorie mai mare a epididimului în perioada de vârf a producției de spermatozoizi, când crește și producția de mucopolisaharide.

În timpul trecerii prin epididim, cea mai mare parte a lichidului testicular bogat în sodiu și clorură este reabsorbit și înlocuit cu potasiu pentru a deshidrata și stabiliza membrana spermatozoizilor, deoarece concentrațiile mari de sodiu promovează capacitarea și reacția.

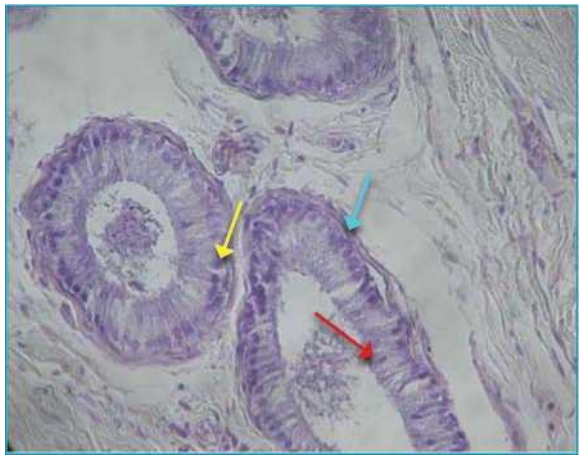


FIGURA 36.4. Epiteliul pseudostratificat este prezentat: celula bazală (săgeata galbenă), celula apicală (săgeata roșie), celula principală (săgeata albastru deschis). Colorare: albastru de toluidină; 100x.

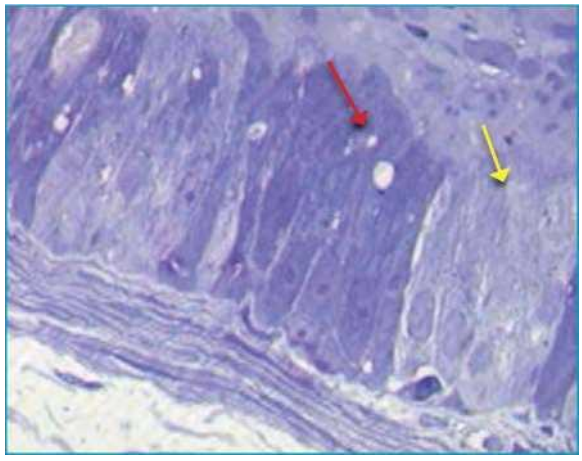


FIGURA 36.4. Epididim felin. Se observă celule deschise la culoare (săgeată galbenă) și celule închise la culoare (săgeată roșie). Colorare: albastru de toluidină; 400x.

acrozomal. Celulele epididimale produc și secretă, de asemenea, fosfatază alcalină, care poate fi utilizată pentru a diferenția între un ejaculat incomplet, care conține doar lichid din glandele accesorii, și un ejaculat complet, care conține, de asemenea, lichid epididimar.

REFRACTARITATE LA STIMUL LUMINOS

Variațiile fotoperiodice determină sezonul reproductiv la pisicile domestice care trăiesc în zone temperate. Cu toate acestea, această sezonalitate nu se observă la pisicile care trăiesc în zone ecuatoriale sau la pisicile ținute sub o fotoperioadă artificial lungă de șase luni (Da Silva *et al.,* 2006). Grupul nostru de cercetare a observat că pisicile au cicluri menstruale continue timp de mai mult de un an atunci când sunt ținute cu 12 ore de lumină pe zi, fără a prezenta semne de refractaritate. Cu toate acestea, fenomenul de fotorefractaritate raportat la alte specii a fost descris recent la pisicile masculi ținuți timp de 18 luni sub o fotoperioadă stimulatoare (12 ore de lumină urmate de 12 ore de întuneric) (Núñez Favre *et al.,* 2012b). În acest studiu, calitatea spermei a scăzut în toți parametrii evaluați (motilitate, vigoare, volum, concentrație, număr total de spermatozoizi, procent de spermatozoizi vii, procent de spermatozoizi cu membrană plasmatică intactă și procent de spermatozoizi morfologic normali), menținând în același timp producția de spermatozoizi inițială la animale. Aceste animale au fost supuse unei fotoperioade scurte (8 ore de lumină și 16 ore de întuneric) timp de două luni, după care au revenit la o fotoperioadă lungă. Cu această gestionare a luminii, toate animalele au prezentat o îmbunătățire semnificativă a parametrilor spermei evaluați. Scăderea calității spermei indusă de o perioadă de stimulare prelungită a putut fi inversată prin trecerea la zile scurte. Acest lucru indică faptul că, pentru a menține o calitate bună a spermei la pisici, este necesară implementarea unei gestionări adecvate a luminii pentru a inhiba fotorefractaritatea.

REFERINȚE

1. Blottner S, Jewgenow K. Sezonalitate moderată în funcția testiculară a pisicii domestice. *Rep Dom Anim.* 2007;42:536-540.
2. Da Silva TF, Da Silva LD, Uchoa DC, Monteiro CL, De Aguiar Thomaz L. Caracteristici sexuale ale reginelor domestice păstrate într-o - fotoperioadă ecuatorială naturală. *Terogenologie.* 2006;66:1476-1481.
3. Johnstone I. Electroejacularea la pisica domestică. *Aust Vet J.* 1984;61(5):155-158.
4. Johnston SD, Root Kustritz M, Olson P. Teriogenologie canină și felină. Philadelphia: WB Saunders Company; 2001.
5. Leyva H, Addiego L, Stabenfeldt G. Efectul diferitelor fotoperioade asupra concentrațiilor plasmatice de melatonină, prolactină și cortizol la pisica domestică. *Endocrinologie.* 1984;115:1729-1736.
6. Núñez Favre R, Bonaura M, Tittarelli C, Mansilla-Hermann D, De la Sota R, Stornelli M. Effect of natural photoperiod on epididymal sperm quality and testosterone serum concentration in domestic cat *(Felis silvestris catus*). *Rep Dom Anim* . 2012a;47(Suppl 6):232-234.
7. Núñez Favre R, Bonaura M, Tittarelli C, Stornelli M, De la Sota RL. Efectul refractarității la fotoperioada lungă asupra producției și calității spermei la pisici. *Rep Dom Anim* . 2012b;47(Supliment 6):235-237.
8. Reyna JC, Savignone CA, Stornelli MC, Gimenez F, Tittarelli CM, De la Sota RL, Stornelli MA. Relația dintre fotoperioadă și producția de spermă la pisica domestică. În: Lucrările celui de-al III-lea Congres al Federației Ibero-Americane a Asociațiilor Veterinare pentru Animale de Companie (FIAVAC) și ale celui de-al XXVII-lea Congres Brazilian al Asociației Naționale a Clinicienilor Veterinari pentru Animale Mici (ANCLIVEPA); din 31 mai până în 2 iunie 2006; Vitória (Espírito Santo, Brazilia). Vol. 1. Vitória: ANCLIVEPA; 2006. p. 91.
9. Stornelli MA, Reyna JC, Stornelli MC, Núñez Favre R, Savignone CA, Tittarelli CM, De la Sota RL. Modificări sezoniere ale morfologiei celulelor testiculare la masculi domestici *(Felis catus*). *Rep Dom Anim* . 2009;44(Suppl 2):287-290.
10. Verstegen JP. Fiziologia și endocrinologia reproducerii la pisicile femele. En: Simpson GM, Anglia GCW, Harvey MJ, eds. Manual de reproducere la animale mici și neonatologie. Cheltenham (Regatul Unit): Asociația Veterinară Britanică pentru Animale Mici, 1998. pp. 105-111.

Aspecte reproductive la bovinele de carne

Andrés Cedeño și Gabriel A. Bo

Scopul de a obține un vițel per vacă pe an (vezi Capitolul 33) și de a asigura atingerea pubertății de către juninci la o vârstă fragedă (Gasser *et al.,* 2016a, 2016b) necesită o înțelegere aprofundată a fiziologiei reproductive a bovinelor de carne. În plus, este esențial ca junincile să conceapă devreme în sezonul de reproducere, deoarece acest lucru promovează o longevitate mai mare în cireadă, deoarece au mai mult timp să se recupereze după fătare și produc viței mai grei decât cei care fătă în al doilea sau al treilea ciclu de fătare (Cushman *et al.,* 2013). Acest capitol prezintă informații care nu sunt incluse în capitolele dedicate fiecărui subiect specific.

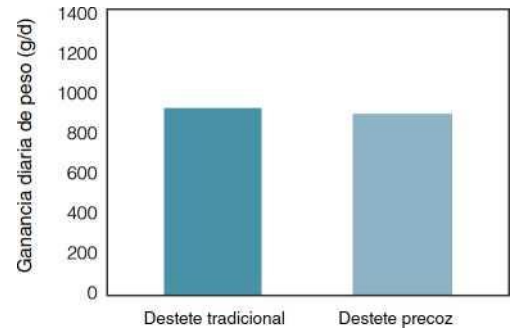


FIGURA 37.1. Creșterea zilnică în greutate la junincile Bonsmara *(Bos taurus)* cu înțărcare tradițională și înțărcare timpurie.

PUBERTATEA LA FEMEI

Pentru ca junincile să făteze la vârsta de 24 de luni, acestea ar trebui să conceapă la 15 luni, ceea ce implică ovulația însoțită de semne vizuale de estrus, urmată de o funcție luteală normală (Perry, 2016). Nutriția, vârsta și genetica sunt principalii factori determinanți pentru debutul pubertății (Gasser *et al.,* 2016a, 2016b), iar efectul lor se manifestă în reglarea și maturarea sistemului endocrin.

Un factor care influențează puternic vârsta pubertății este dezvoltarea animalului, așa că înțărcarea timpurie (vezi Capitolul 33) a fost studiată recent (Cedeño *et al.,* 2018). Cu toate acestea , junincile *Bos taurus (Bonsmara)* înțărcate la 40-45 de zile și la 6 luni nu au prezentat diferențe în ceea ce privește creșterea zilnică în greutate (Fig. 37.1) , vârsta la debutul pubertății sau dimensiunea foliculului dominant la acel moment (Fig. 37.2). Rata de sarcină după inseminarea artificială temporizată, de asemenea, nu a diferit (50% vs. 42% pentru cele înțărcate conform programului tradițional și, respectiv, cele supuse înțărcării timpurii), așa că înțărcarea timpurie nu pare să afecteze dezvoltarea reproductivă a junincilor.

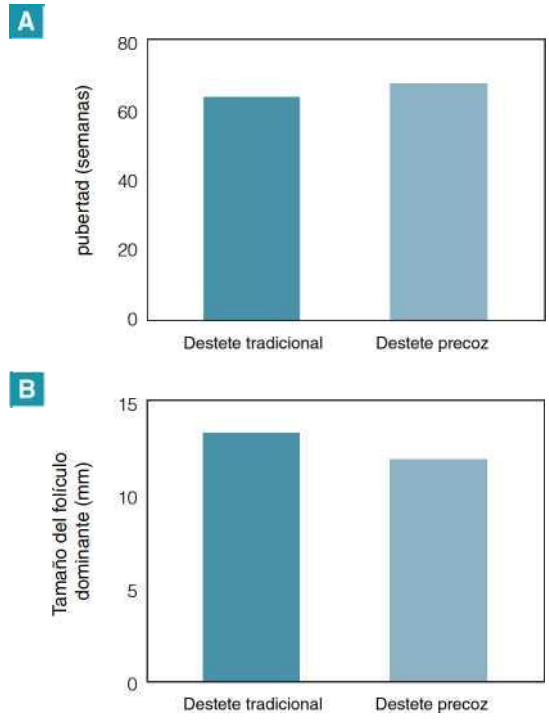


FIGURA 37.2. Vârsta debutului pubertății **(A)** și dimensiunea celui mai mare folicul la pubertate **(B)** la junincile cu înțărcare tradițională și înțărcare precoce.

CAPÍTULO 37

PUBERTATEA LA BĂRBAȚI

Deși informațiile despre modul în care managementul nutrițional afectează dezvoltarea masculină sunt mai puține decât la femele, limitarea nutrițională întârzie pubertatea și are ca rezultat dimensiuni testiculare mai mici (Pruitt *și colab.,* 1986) și volum redus al ejaculării (Vandemark *și colab.,* 1964). Similar cu ceea ce s-a observat în cazul femelelor, au fost efectuate mai multe studii pentru a determina dacă înțărcarea timpurie modifică dezvoltarea reproductivă a taurilor și debutul pubertății (Cedeño *și colab.,* 2017). Aceste studii au fost efectuate pe tauri metiși *Bos indicus* (Brangus) și *Bos taurus* (Bonsmara) și nu s-au constatat diferențe semnificative în ceea ce privește creșterea zilnică în greutate, vârsta la debutul pubertății sau caracteristicile seminale la pubertate (Fig. 37.3 până la 37.8).

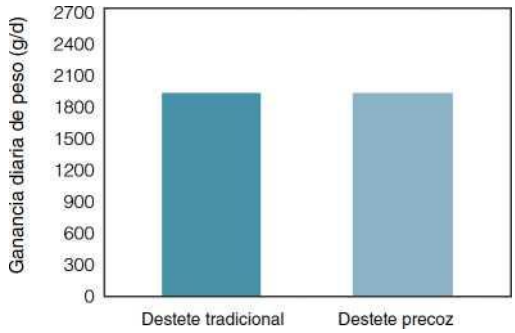


FIGURA 373. Ganancia diaria de peso en machos Brangus con destete tradicional y destete precoz.

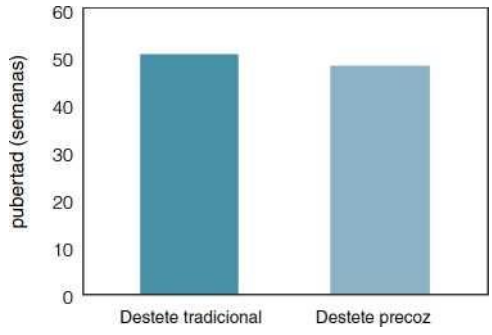


FIGURA 374. Edad de inicio de la pubertad (semanas) en machos Brangus con destete tradicional y destete precoz.

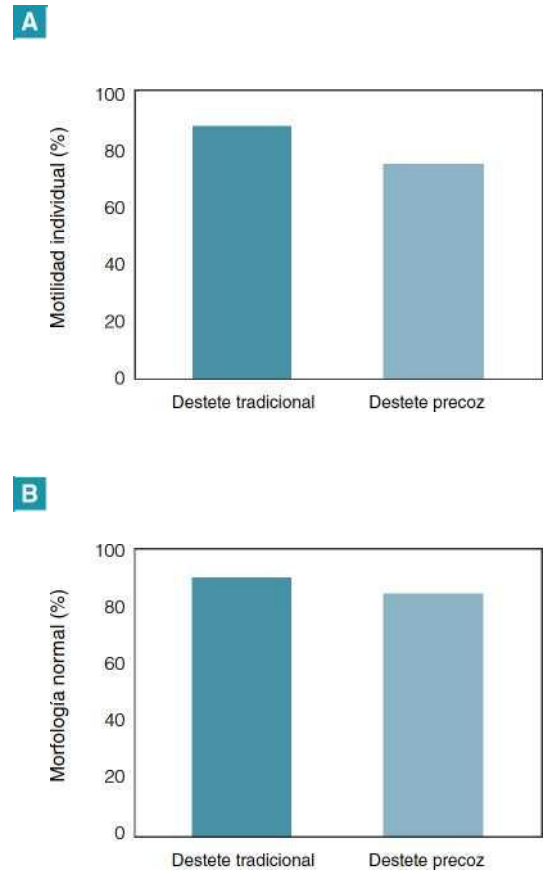


FIGURA 37.5. Procentul de spermatozoizi mobili **(A)** și cu morfologie normală **(B)** la masculii Brangus cu înțărcare tradițională și înțărcare precoce.

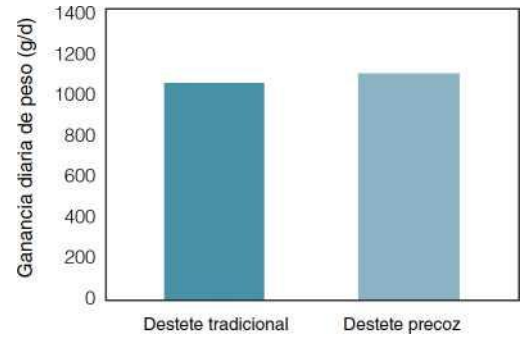


FIGURA 376. Ganancia diaria de peso en machos Bonsmara *(Bos taurus)* con destete tradicional y destete precoz.

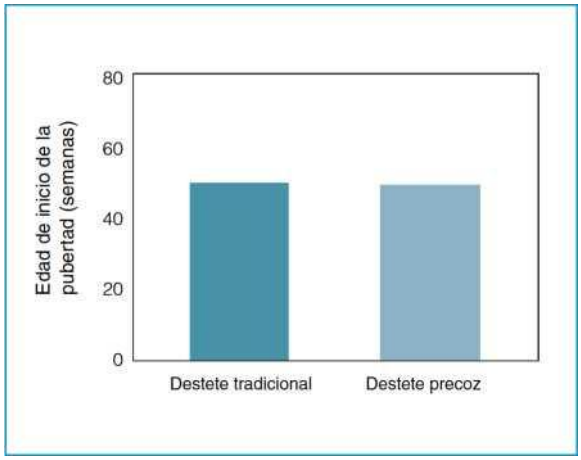


FIGURA 37.7. Edad de inicio de la pubertad expresada en semanas de machos Bonsmara *(Bos taurus)* con destete tradicional y destete precoz.

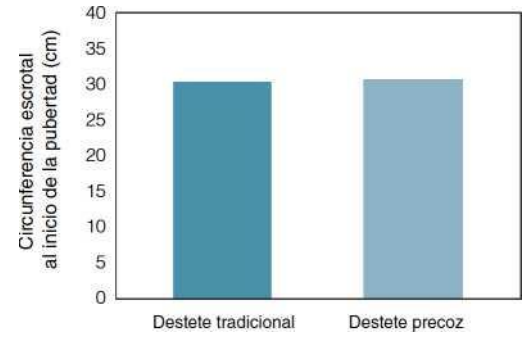


FIGURA 37.8. Circumferința scrotală la începutul pubertății la masculii Bonsmara *(Bos taurus)* cu înțărcare tradițională și înțărcare precoce.

DINAMICA FOLICULARĂ ÎN TIMPUL CICLULUI ESTRAL LA *BOS TAURUS* ȘI *BOS INDICUS*

Așa cum s-a explicat în Capitolul 6, în fiecare ciclu estral apar de obicei două sau trei valuri de dezvoltare foliculară, deși studiile diferă în ceea ce privește prevalența animalelor cu două sau trei valuri. Unele animale *Bos indicus* pot avea cicluri cu patru valuri (Bo *și colab.,* 1993). În acest caz, al patrulea val începe în ziua 20 sau 21, iar ciclul estral durează 24 sau 25 de zile (Bo *și colab.,* 1993). Deși dominanța este similară cu cea la vacile Bos taurus , diametrul maxim al foliculului dominant și al corpului galben sunt mai mici, probabil din cauza unei capacități reduse de secreție de LH. Estrul durează aproximativ 10 ore, iar intervalul de la estrul la ovulație este de aproximativ 27 de ore. Caracteristicile undelor foliculare și ale corpului galben, precum și durata ciclului estral la ambele tipuri de vaci sunt prezentate în tabelele 37.1 și 37.2.

TABELUL 37.1. Caracteristicile foliculare și apariția valurilor la vacile de carne *Bos indicus* și *Bos taurus* în condiții de pășunat în Argentina.

	Bos indicus	*Bos taurus*
Primul val folicular (n)	21 de ani	17 ani
Urgență (zi)	0,0 ± 0,1	0,0 ± 0,1
Diametrul maxim al foliculului dominant (mm)	12,9 ± 0,4	13,3 ± 0,5
A doua undă foliculară (n)	21 de ani	17 ani
Urgență (zi)	8,0 ± 0,3	8,4 ± 0,3
Diametrul maxim al foliculului dominant (mm)	10,8 ± 0,5	11,1 ± 0,6
Al treilea val folicular (n)	17 ani	14
Urgență (zi)	14,6 ± 0,5	15,9 ± 0,5
Diametrul maxim al foliculului dominant (mm)	13,0 ± 0,3	14,8 ± 0,6

TABELUL 37.2. Caracteristicile corpului galben și durata ciclului estral la vacile de carne *Bos indicus* și *Bos taurus* în condiții de pășunat în Argentina.

	Bos indicus	*Bos taurus*

Corpus galben (n) Diametru maxim (mm)	21 de ani 21,4 ± 0,5	17 ani 24,6 ± 0,5
Interval interovulatoriu (n.) Durată (zile)	21 de ani 21,9 ± 0,5	17 ani 22,2 ± 0,5

REFERINȚE

1. Bo GA, Adams GP, Nasser LF, Pierson RA, Mapletoft RJ. Efectul valeratului de estradiol asupra foliculilor ovarieni, apariției undelor foliculare și gonadotropinelor circulante la juninci. *Theriogenology.* 1993;40:225-239.
2. Bo GA, Baruselli PS, Martinez MF. Modelul și manipularea dezvoltării foliculare la bovinele *Bos indicus* . *Anim Reprod Sci.* 2003;78:307-326.
3. Cedeño A, Barajas JL, Andrada JS, Ortega JÁ, Tríbulo R, Tribulo HE, Bo GA. Influențează tipul de vârstă pe care îl aveți asupra începutului pubertății la tauri de carne. *Taur* . 2017;20:10-17.
4. Cedeño A, Barajas JL, Andrada JS, Ortega JA, Tríbulo R, Tribulo HE, Bo GA. Influenteaza tipul de varsta pe care il ai asupra inceputului pubertatii vaquillonei din carne. *Taur* . 2018;19:22-26.
5. Cushman RA, Kill LK, Funston RN, Mousel EM, Perry GA. Datele de fătare ale junincilor influențează pozitiv greutatea la înțărcare a viteilor pe parcursul a șase fătări. *J Anim Sci.* 2013;91:4486-4491.
6. Gasser CL, Behlke E, Grum DE, Day ML. Efectul momentului administrării unei diete bogate în concentrație asupra creșterii și atingerii pubertății la junincile înțărcate timpuriu. *J Anim Sci* . 2006a;84:3118-3122.
7. Gasser CL, Bridges GA, Mussard ML, Dauch DM, Grum DE, Kinder JE, Day ML Inducerea pubertății precoce la juninci III: Reducere accelerată a estradiolului cu feedback negativ asupra secreției de hormon luteinizant. *J Anim Sci* . 2006b;84:2050-2056.
8. Perry GA. Factori care afectează pubertatea la junincile de carne de înlocuire. *Theriogenology.* 2016;86:373-378.
9. Pruitt RJ, Corah LR, Stevenson JS, Kiracofe GH. Efectul energiei consumate după înțărcare asupra dezvoltării sexuale a taurilor de carne. II. Vârsta la prima împerechere, vârsta la pubertate, testosteronul și circumferința scrotală. *J Anim Sci* . 1986;63:579-585.
10. Vandemark NL, Fritz GR, Mauger RE. Efectul aportului energetic asupra performanței reproductive a taurilor de lapte. II. Producția și reaprovizionarea cu material seminal. *J Dairy Sci* . 1964;47:898-904.

Fiziologia reproductivă a vacii de lapte

Santiago Pérez Wallace, Germán Domínguez, Santiago Corva, Rodolfo Luzbel de la Sota

În ultima vreme, s-a discutat dacă producția de lapte are un impact asupra fertilității vacilor de lapte (Butler, 2003; Lucy, 2001). Vacile de lapte cu o producție mare de lapte au un aport mai mare de substanță uscată, ceea ce duce la creșterea fluxului sanguin hepatic (1567 L/h față de 765 L/h). Acest lucru crește catabolismul hormonilor steroizi prin creșterea ratei de clearance/eliminare a progesteronului și estrogenilor în ficat, ceea ce duce la concentrații mai scăzute ale acestor hormoni în circulația periferică (Wiltbank *et al.,* 2006). Acest lucru, la rândul său, duce la modificări ale fiziologiei reproductive a vacilor de lapte înainte, în timpul și după ovulație (Fig. 38.1).

SCHIMBĂRI ÎNAINTE DE OVULAȚIE

Momentul primei ovulații

În prezent, vacile de lapte postpartum ovulează cu 14 zile mai târziu decât în trecut, când producția de lapte era mai mică (Lucy, 2001). După fătare, odată ce nivelurile de estrogen scad, se eliberează FSH, declanșând un nou val de creștere foliculară în prima săptămână postpartum. Unele vaci ovulează odată cu primul val de creștere foliculară, dar prima ovulație are loc, în medie, între 33 și 50 de zile postpartum (Lucy, 2001; Santos, Bisinotto și Ribeiro, 2016), în funcție de managementul și nutriția vacilor (în sistemele bazate pe pășunat, prima ovulație este mai târzie). Acest lucru se datorează efectului bilanțului energetic negativ care apare în perioada postpartum (Butler, 2003), reducerii ulterioare a secreției pulsatile de LH pentru stimularea creșterii foliculare finale și creșterii concentrației de estrogen, precum și întârzierii consecutive a primei ovulații postpartum (Fig. 38.2).

Rată dublă de ovulație

Ratele de ovulație dublă și gemelară sunt influențate de producția de lapte (Wiltbank *și colab.,* 2000) și pot ajunge la 20%, respectiv 9%, la vacile de

-
-

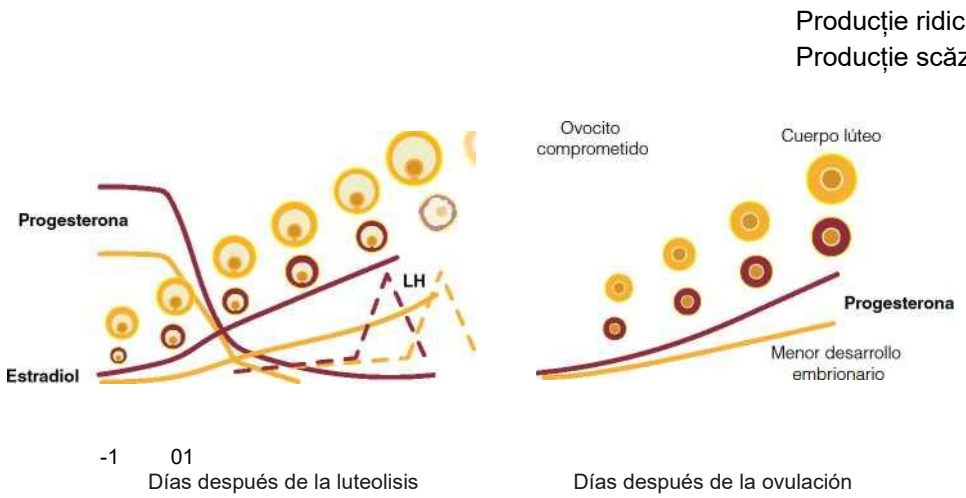


FIGURA 38.1. Model fiziologic care prezintă modificări ale concentrațiilor plasmatice de estradiol, hormon luteinizant (LH) și progesteron, precum și modelele de creștere ale foliculilor și ale corpului galben la vacile cu producție mare și mică de lapte. (Adaptat după Wiltbank *și colab.,* 2006).

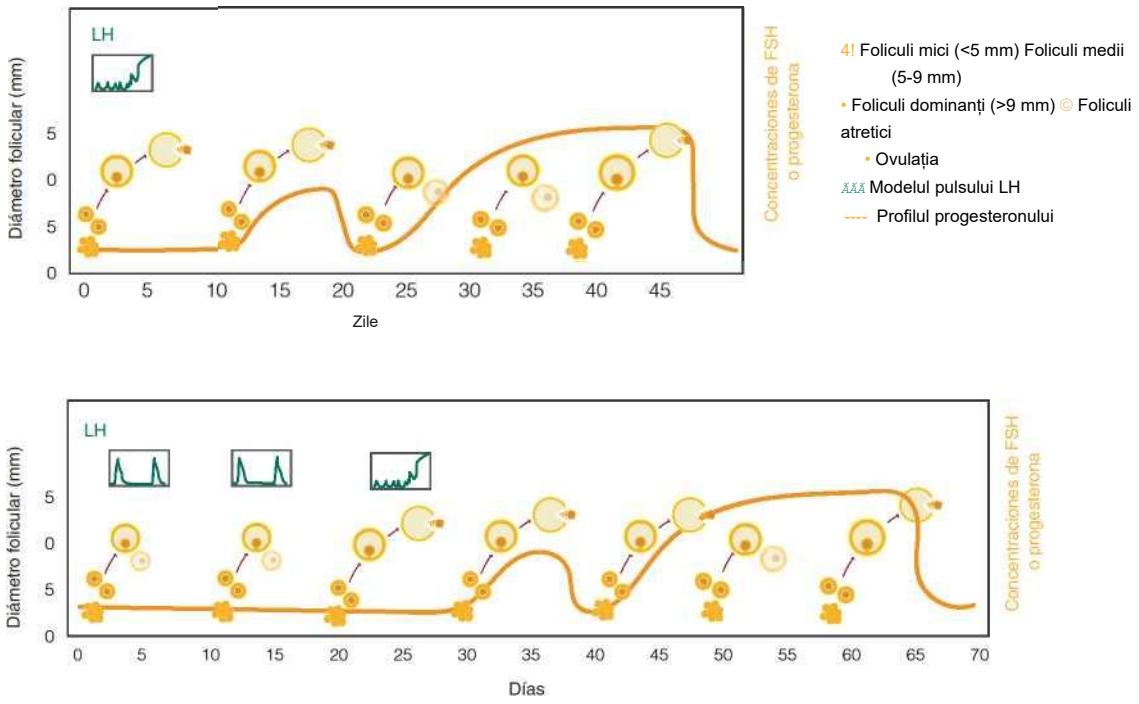


FIGURA 38.2. Model de reluare a activității ciclice la vacile de lapte cu bilanț energetic neutru/pozitiv (sus) și bilanț energetic negativ (jos). LH: hormon luteinizant; FSH: hormon foliculostimulant.

Producție ridicată (López-Gatius *et al.,* 2005). Sarcinile multiple sunt nedorite în sistemele de creștere a laptelui din cauza riscului de pierdere a sarcinii, deoarece sunt mai puțin profitabile decât o sarcină cu un singur făt (Wiltbank *et al.,* 2000). Deviația foliculară apare atunci când foliculul dominant achiziționează receptori de LH în celulele granuloase, crescând producția de estrogen și inhibând FSH. Concentrația mai scăzută de estrogen la vacile cu producție ridicată în momentul selecției foliculului dominant reduce inhibarea estrogenului asupra secreției de FSH, astfel încât FSH rămâne ridicat, crescând în consecință codominanța foliculară și rata de gemeni și ovulații duble (Wiltbank *et al.,* 2000).

Incidență mai mare a anovulației

Anovulația afectează semnificativ performanța reproductivă. Incidența anovulației după 60 de zile postpartum crește, de asemenea, semnificativ odată cu producția de lapte (și poate ajunge până la 38%; Santos, Bisinotto și Ribeiro, 2016). Anovulația este clasificată în mai multe tipuri: vaci care au creștere foliculară doar până la deviația foliculară (aproximativ 4 mm), vaci cu foliculi care cresc dincolo de deviația foliculară (aproximativ 9-10 mm), dar suferă atrezie și vaci care au

foliculi care ating dimensiunea ovulatorie sau o dimensiune mai mare de 10 mm și nu ovulează (numite în mod obișnuit „vaci chistice"; Wiltbank, Gümen și Sartori, 2002). Întârzierea primei ovulații se datorează unui bilanț energetic negativ, care este mai mare la vacile cu producție mare. Mecanismul prin care bilanțul energetic negativ afectează creșterea foliculară este legat de pulsatilitatea mai scăzută a LH și de o concentrație mai scăzută de IGF-1. Chisturile apar deoarece hipotalamusul nu reușește să producă creșterea preovulatorie a nivelului de LH ca răspuns la estradiolul folicular (feedback pozitiv) din cauza concentrației insuficiente de progesteron în timpul creșterii foliculare, rezultând o persistență foliculară (Silvia *et al.,* 2002).

SCHIMBĂRI ÎN TIMPUL CĂLDURII

Durată și intensitate mai scurtă a geloziei

Producția de lapte afectează durata și intensitatea estrusului (numărul de montări ale unei vaci; López, Satter și Wiltbank, 2004), iar în prezent, estrusul durează până la 7 ore, cu o medie de 8,5 montări per estrus. Producția de lapte este corelată negativ cu concentrația de estrogen în timpul estrusului și cu durata și intensitatea acestuia și corelată pozitiv cu dimensiunea foliculară (Wiltbank *et al.,* 2006).

Rată de concepție mai mică

Creșterea mai lentă a concentrațiilor de estrogen înainte de estrus la vacile cu producție mare înseamnă că durează mai mult timp pentru a induce creșterea preovulatorie de GnRH/LH. Concentrațiile scăzute de estrogen în timpul estrusului duc la o întârziere între inducerea estrogenului, creșterea preovulatorie de GnRH/LH și ovulație. Această supraexpunere la LH ar produce ovocite activate prematur, provocând îmbătrânirea în momentul ovulației care afectează fertilizarea (Santos, Bisinotto și Ribeiro, 2016).

EFECTE NEGATIVE DUPĂ OVULAȚIE

Pierderi mai mari de sarcină

Pierderea de sarcină este una dintre cauzele majore ale pierderilor reproductive. Aceasta este clasificată ca pierdere embrionară timpurie atunci când intervalul dintre estrus nu este afectat (înainte de ziua 24 de gestație) sau pierdere embrionară târzie (între zilele 25 și 45 de gestație). Pierderile embrionare din prima săptămână după fertilizare apar din cauza dezvoltării embrionare afectate, rezultată din calitatea slabă a ovocitelor, cauzată de concentrații mai scăzute de estrogen și supraexpunerea la LH, precum și din cauza impactului unui bilanț energetic negativ (Walsh, Williams și Evans, 2011). Pe de altă parte, concentrațiile de estrogen în timpul estrusului sunt importante pentru inducerea expresiei factorilor de creștere și a citokinelor în prima săptămână de gestație, care promovează remodelarea embrionilor și menținerea sarcinii. O creștere a nivelului de progesteron între zilele 4 și 7 după inseminarea artificială este corelată cu o probabilitate mai mare ca vacile să mențină gestația, o secreție mai mare a glandelor uterine și embrioni mai mari în zilele 13-16, care secretă cantități mai mari de interferon τ pentru a preveni luteoliza în timpul recunoașterii gestației de către mamă (vezi Capitolul 27) (Santos, Bisinotto și Ribeiro , 2016; Walsh, Williams și Evans, 2011). Toate aceste mecanisme sunt modificate la vacile cu producție mare de concentrația plasmatică mai mică de progesteron. Concentrațiile scăzute de estrogen în timpul proestrului afectează, de asemenea, implantarea normală a embrionilor (Madsen *și colab.,* 2015) și sunt corelate cu un mediu uterin precar în timpul implantării.

Mortalitatea embrionară târzie este influențată de producția de lapte și de practicile de gestionare a acestuia și este asociată cu concentrații scăzute de progesteron în timpul creșterii foliculare (Martins *et al.,* 2018). Protocoalele care cresc nivelul de progesteron în timpul creșterii foliculare și post-inseminare pot reprezenta o alternativă terapeutică pentru prevenirea pierderilor de gestație la vacile cu producție mare . Unele alternative terapeutice sunt descrise în Tabelul 38.1 .

Expresia și manifestarea scăzută a estrului, ratele scăzute de concepție, ratele ridicate de ovulație dublă și anovulație sunt probleme asociate cu producția ridicată de lapte care limitează o bună eficiență reproductivă la vacile de lapte. Este important să nu neglijăm alte discipline aflate în continuă dezvoltare, cum ar fi genetica, nutriția, fiziologia și teriogenologia, precum și intervențiile de management, pentru a minimiza impactul asupra reproducerii.

TABELUL 38.1. Strategii luteotrofice evaluate la vacile de lapte.

Estrategia utilizada	Hormona utilizada		Resultados obtenidos	Referencia
Producción de cuerpos lúteos adicionales	Gonadotropina coriónica humana (hCG)	Ovulación de la primera onda de crecimiento folicular (días 4-9 tras la inseminación artificial)	3 % más de preñez en un metaanálisis (34 % frente a 37 %) en vacas tratadas con hCG. Efecto más marcado en primíparas y en vacas que pierden condición corporal.	Nascimento *et al.,* 2012; Santos, Bisinotto y Ribeiro, 2001
	Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)	Ovulación de la primera o segunda onda de crecimiento folicular	Resultados variables cuando se aplica entre los días 12 y 14. Resultados para prevenir pérdidas tardías solo en animales que produjeron cuerpos lúteos adicionales.	Peters, Martínez y Cook, 2000
Aumento de la funcionalidad del cuerpo lúteo	Progesterona	Suplementación con dispositivos intravaginales de progesterona	Para que tengan efecto, la suplementación debe realizarse temprano (días 3-7 tras la inseminación artificial) y se hace visible en explotaciones con baja fertilidad. Contraproducente en algunos trabajos.	Parr *et al.,* 2014

REFERINȚE

1. Butler WR. Relațiile dintre bilanțul energetic și dezvoltarea foliculară, ovulația și fertilitatea la vacile de lapte postpartum. *Livest Prod Sci.* 2003;83:211-218.
2. Lopez H, Satter LD, Wiltbank MC. Relația dintre nivelul producției de lapte și comportamentul estral al vacilor de lapte care alăptează. *Anim Re prod Sci.* 2004;81:209-233.
3. López-Gatius F, López-Béjar, M, Fenech M, Hunter RHF. Insuficiența ovulației și dubla ovulație la bovinele de lapte: factori de risc și efecte. *Theriogenology.* 2005;63:1298-1307.
4. Lucy MC. Pierderea reproductivă la bovinele de lapte cu producție mare: Unde se va termina? *J Dairy Sci.* 2001;84:1277-1293.
5. Madsen CA, Perry GA, Mogck CL, Daly RF, Macneil MD, Geary TW. Efectele estradiolului preovulator asupra supraviețuirii embrionilor și stabilirii gestației la vacile de carne. *Anim Reprod Sci.* 2015;158:96-103.
6. Martins JPN, Wang D, MU N, Rossi GF, Martini AP, Martins VR, Pursley JR. Nivelul concentrației circulante de progesteron în timpul dezvoltării foliculilor ovulatori afectează momentul pierderii sarcinii la vacile de lapte care alăptează. *J. Dairy Sci.* 2018;101:10505-10525.
7. Nascimento AB, Bender RW, Souza AH, Ayres H, Araujo RR, Guenther JN, Sartori R, Wiltbank MC. Efectul tratamentului cu gonadotropină corionică umană în ziua 5 după inseminarea artificială temporizată asupra fertilității vacilor de lapte care alăptează. *J Dairy Sci.* 2012;96:2873-2882.
8. Parr MH, Crowe MA, Lonergan P, Evans ACO, Rizos D, Diskin MG. Efectul suplimentării cu progesteron exogen în faza luteală timpurie post-inseminare asupra inseminării perartificiale în timpul gestației la vacile Holstein-Friesian. *Anim Reprod Sci.* 2014;150:7-14.
9. Peters AR, Martínez TA, Cook AJ. O meta-analiză a efectului GnRH la 11-14 zile după inseminare asupra ratelor de gestație la bovine. *Theriogenology* . 2000;54:1317-1326.
10. Santos JEP, Bisinotto RS, Ribeiro ES. Mecanisme care stau la baza fertilității reduse la vacile de lapte anovulare. *Theriogenology* . 2016;86:254-262.
11. Silvia WJ, Hatler TB, Nugent AM, Laranja DA Fonseca LF. Chisturi foliculare ovariene la vacile de lapte: o anomalie a foliculogenezei. *Dom Anim Endocr.* 2002;23:167-177.
12. Walsh SW, Williams EJ, Evans ACO. O trecere în revistă a cauzelor fertilității scăzute la vacile de lapte cu producție mare de lapte. *Anim Reprod Sci.* 2011;123:127-138.
13. Wiltbanck MC, López H, Satori R, Sangsritavong S, Gümen A. Modificări ale fiziologiei reproductive a vacilor de lapte lactante din cauza metabolismului crescut al steroizilor. *Theriogenology.* 2006;65:17-29.
14. Wiltbank MC, Fricke PM, Sangsritavong S, Sarotri R, Ginther OJ. Mecanisme care previn și produc dubla ovulație la bovinele de lapte . *J Dairy Sci.* 2000;83:2998-3007.
15. Wiltbank MC, Gümen A, Sartori R. Clasificarea fiziologică a stărilor anovulatorii la bovine. *Theriogenology.* 2002;57:21-52.

Fiziologia reproductivă a ovinilor

Felipe Zandonadi Brandão

STAȚIONALITATE REPRODUCTIVĂ

Oile sunt animale poliestre sezoniere, prezentând mai multe cicluri estrale în timpul sezonului reproductiv (de la sfârșitul verii până la începutul iernii) (vezi Capitolul 14). Ciclicitatea este favorizată de fotoperioade scurte, timp în care secreția tonică de LH este stimulată de concentrații crescute de estradiol. În afara acestei perioade (fotoperioade lungi), concentrația scăzută de estradiol produsă de foliculii în creștere inhibă secreția tonică de LH. Drept urmare, există o pulsatilitate scăzută a LH, care este insuficientă pentru a promova dezvoltarea foliculară după faza de emergență, provocând atrezie foliculară și prevenind ovulația. Sezonalitatea modifică, de asemenea, activitatea la masculi.

Sezonalitatea reproductivă este mai puțin intensă pe măsură ce latitudinea scade, adică pe măsură ce ne apropiem de ecuator, unde există și diferențe individuale semnificative (Fig. 39.1). Astfel, la latitudini mai mari, cum ar fi în regiunile temperate, această sezonalitate este mai pronunțată, în timp ce la latitudinile tropicale animalele pot avea cicluri estrale pe tot parcursul anului. De fapt, alți factori, cum ar fi disponibilitatea hranei sezoniere, pot avea o influență mai mare asupra ciclicității oilor.

PUBERTATE

Pubertatea poate fi definită în moduri diferite (vezi Capitolul 25), dar din punct de vedere al producției, este important ca, pe lângă atingerea ciclicității, animalul să atingă dezvoltarea fizică necesară pentru a susține sarcina. Primul estrus apare ca urmare a creșterii frecvenței impulsurilor de GnRH și, în consecință, de LH, ceea ce se întâmplă cu aproximativ o săptămână înainte de prima ovulație. În această perioadă, hipotalamusul devine mai puțin sensibil la feedback-ul negativ al estrogenilor, stimulând o creștere a frecvenței impulsurilor de GnRH și LH. Aceasta duce la o producție crescută de estrogen datorită creșterii.

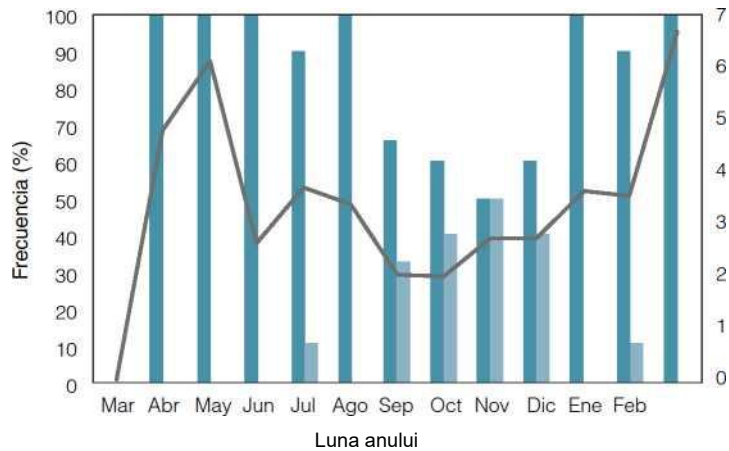


FIGURA 39.1. Concentrații ciclice (bară albastru deschis), non-ciclice (bară albastru închis) la oi și progesteron (linie neagră) la oile Santa Inés (emisfera sudică).

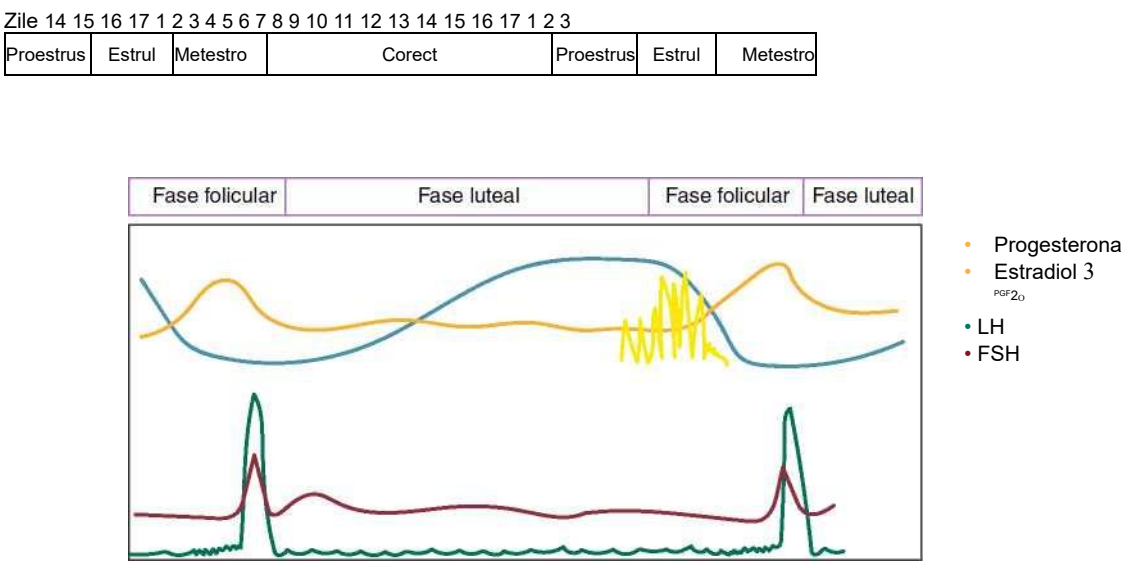


FIGURA 39.2. Ciclul estral la ovine. PGF,,: prostaglandină F •„; LH: hormon luteinizant; FSH: hormon foliculostimulant. (Modificat după Fatet, Pellicer-Rubio și Leboeuf, 2011).

a foliculului ovarian, ceea ce induce o creștere bruscă a producției de LH și ovulația (vezi capitolele 4 și 5). Primul estrus se observă în general la oi atunci când acestea ating 50-70% din greutatea lor adultă, dar depinde și de momentul nașterii animalului, de interacțiunile sociale și de genetică și, în consecință, de creșterea sa în greutate. Prin manipularea dietei și, astfel, prin modificarea creșterii în greutate, este posibil să se modifice momentul pubertății și, de asemenea, greutatea la debutul pubertății (Rosales Nieto, Thompson și Martin, 2018).

CICLU ESTRAL

Oile au cicluri estrale de 17 zile, cu trei sau patru valuri foliculare (vezi Capitolul 7) care se termină cu ovulația unuia sau a doi foliculi din ultimul val folicular. Acest model de creștere foliculară asemănător unui val a fost stabilit în principal după apariția ultrasunetelor în studiile de dinamică foliculară. Figura 39.2 prezintă relația dintre creșterea foliculară, concentrațiile de FSH și LH, estrogeni și PGF2α în diferitele faze și etape ale ciclului estral la oaie.

Creșterea concentrației plasmatice de estradiol apare datorită concentrației plasmatice scăzute de progesteron în această etapă a ciclului estral, rezultată din luteoliză. Scăderea concentrației de progesteron permite o creștere a pulsatilității LH, care acționează asupra receptorilor foliculari de LH și duce la creșterea producției și secreției de estradiol de către foliculul preovulator (vezi Capitolul 5). Creșterea concentrației plasmatice de estradiol rezultată din creșterea foliculară preovulatorie după luteoliză determină, de asemenea, o creștere a frecvenței pulsurilor de LH. De fapt, această creștere a pulsatilității LH face parte dintr-un mecanism de feedback pozitiv cu secreția de estradiol din foliculul preovulator. În același timp, estradiolul exercită un feedback negativ asupra secreției de FSH hipofizar, astfel încât concentrația sa plasmatică este minimă în timpul proestrusului. Inhibina acționează, de asemenea, asupra acestei inhibiții exercitate de foliculul preovulator asupra FSH.

La un moment dat, concentrația mare de estradiol circulant declanșează comportamentul estral, care caracterizează debutul estrului. În cele din urmă, creșterea concentrației plasmatice de estradiol culminează cu o creștere bruscă a GnRH, ceea ce duce la un vârf preovulator de LH, care apare cu aproximativ 14 ore înainte de ovulație (Rawlings, Jeffcoate și Rieger, 1984).

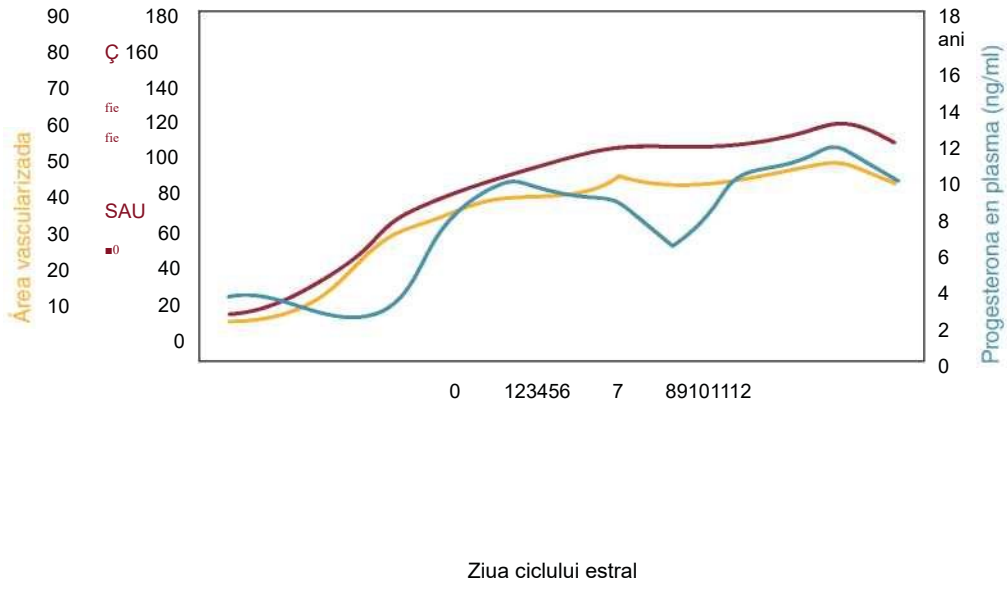


FIGURA 39.3. Luteogeneza la ovine. (Modificat după Figueira *și colab.,* 2015).

TABELUL 39.1. Tipuri de celule în corpul galben matur.

Tipul de celulă	Dimensiune (pm)	Proporția volumului luteal (%)	Proporția tipului de celulă (%)1

Când animalul nu mai acceptă monta, începe metestrusul și inhibarea FSH încetează, crescând între 20 și 36 de ore după ovulație. Această creștere a FSH declanșează apariția primului val folicular și crește întotdeauna înainte de începerea unui nou val.

În timpul metestrului, corpul galben se organizează și există o creștere treptată a concentrației plasmatice de progesteron. Aceste concentrații cresc între zilele 3 și 7 ale ciclului și ating un platou în jurul zilei 12. Dimensiunea corpului galben, perfuzia acestuia și concentrația de progesteron urmează același model (Fig. 39.3).

LH este crucial în luteinizare. Procesul începe la scurt timp după ovulație, deoarece celulele tecale și granuloase se diferențiază în celule luteale mici, respectiv mari (vezi Capitolul

5). În această etapă, pulsatilitatea LH este foarte scăzută, astfel încât dimensiunea foliculară preovulatorie nu este atinsă. Celulele luteale mari reprezintă aproximativ 40% din volumul corpului luteal, deși constituie doar aproximativ 10% din numărul total de celule (Tabelul 39.1). Acestea sunt mai mari decât alte celule luteale și au o capacitate ridicată de producere și secreție de progesteron. Este important de subliniat faptul că celulele endoteliale pot reprezenta 50% din celulele prezente în corpul luteal (Tabelul 39.1). Acest lucru demonstrează că vascularizația glandei este extrem de importantă pentru funcția și producerea de hormoni a acesteia și, prin urmare,

fluxul sanguin poate fi evaluat pentru a-i determina funcționalitatea. Figura 39.4 prezintă corpul luteal ovin și imaginea sa ecografică Doppler color și în mod B; Figura 39.5 prezintă un ovar cu doi corpi lutei; iar Figura 39.6 prezintă același corp luteal în diferite stadii ale ciclului estral.

Diestrusul este perioada în care corpul galben este funcțional și durează până la luteoliză, care are loc între zilele 12 și 15 ale ciclului estral. Pe măsură ce nivelurile de progesteron cresc, a doua și a treia undă folliculară sunt mai scurte decât prima, iar folicului atinge diametre mai mici. Acest lucru se datorează faptului că progesteronul promovează o rotație folliculară mai mare, în timp ce atunci când nivelurile de progesteron scad, pulsatilitatea LH crește, prelungind durata fazei de creștere și a fazei statice a folicului dominant (vezi Capitolul 7).

La sfârșitul diestrusului, estradiolul secretat de folicului în creștere în timpul undelor folliculare ale ciclului estral stimulează expresia receptorilor de oxitocină în glandele endometriale (vezi Capitolul 5). Oxitocina promovează eliberarea de PGF2α de către endometru, ceea ce declanșează luteoliza. Corpusul galben eliberează oxitocină și promovează în continuare acest mecanism de feedback pozitiv. Scăderea concentrației de progesteron circulant (Fig. 39.7) stimulează, de asemenea, expresia receptorilor de oxitocină de către endometru. Figura 39.5 arată cum zona de vascularizație vizualizată prin ecografie Doppler însoțește scăderea - concentrațiilor de progesteron circulant.

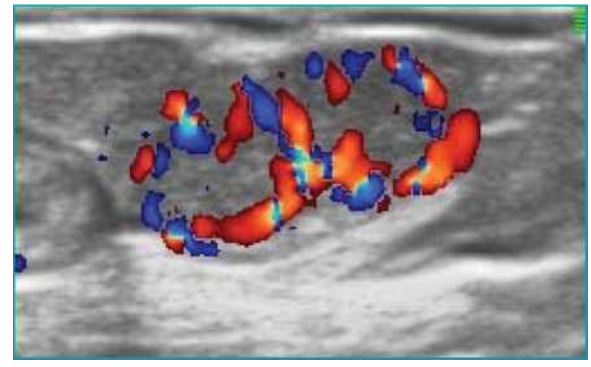


FIGURA 39.5. Imagine ecografică Doppler a unui ovar cu doi corpi lutea în faza medie.

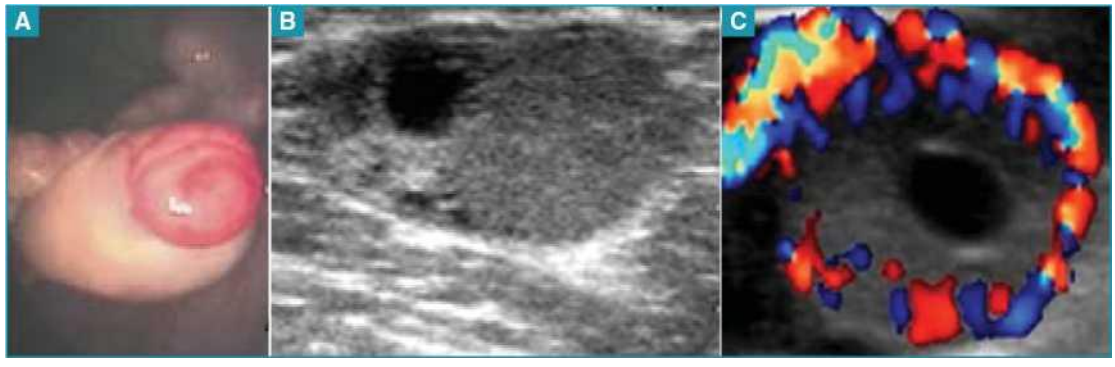


FIGURA 3.4. Corp galben de ovine care prezintă vascularizație ridicată **(A)** , imagine ecografică în mod B cu ecogenitate ridicată **(B)** și imagine ecografică în mod Doppler care prezintă perfuzia ridicată primită de corpul galben.

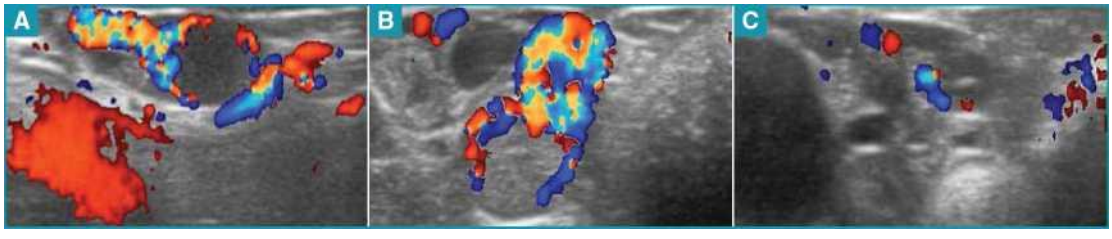


FIGURA 39.6. Imagini ecografice Doppler ale corpului galben în timpul luteogenezei **(A)** , fazei statice **(B)** și luteolizei **(C)** .

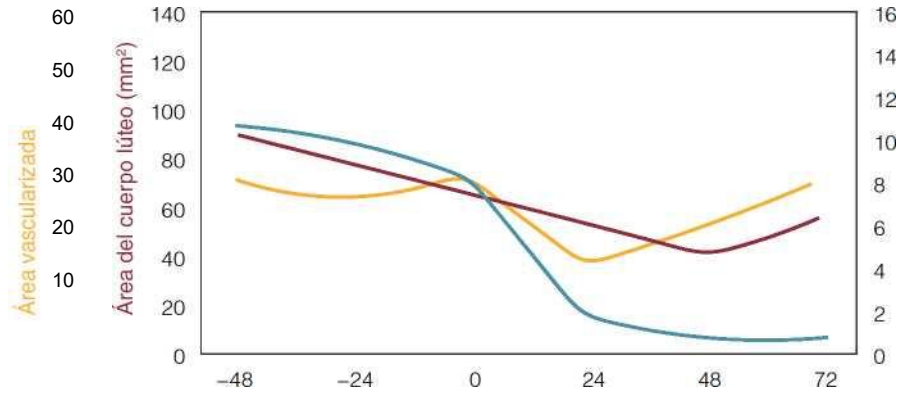


FIGURA 39.7. Luteoliza la ovine. (Modificat după Figueira *și colab.,* 2015).

REFERINȚE

1. Fatet A, Pellicer-Rubio MT, Leboeuf B. Ciclul reproductiv al caprelor. *Anim Reprod Sci.* 2011;124:211-219.
2. Figueira LM, Fonseca JF, Arashiro EKN, Souza-Fabjan J, Ribeiro A, Oba E, Viana JHM, Brandão FZ. Ultrasonografia Doppler color ca instrument de evaluare a funcției luteale la oile Santa Inês. *Reprod Domest Anim.* 2015;50:643-50.
3. Rawlings NC, Jeffcoate IA, Rieger DL. Influența estradiolului-17p și a progesteronului asupra concentrațiilor serice periferice de hormon luteinizant și hormon foliculostimulant la oaia ovariectomizată. *Theriogenology.* 1984;22:473-488.
4. Rosales Nieto C, Thompson AN, Martin GB. O nouă perspectivă asupra gestionării debutului pubertății și a performanței reproductive timpurii la mielușele: o analiză. *Anim Prod Sci.* 2018;58:1967-1975.
5. Sangha GK, Sharma RK, Guraya SS. Biologia corpului galben la rumegătoarele mici. *Small Rum Res.* 2002;43:53-64.

Fisiología reproductiva de los caprinos

Jeferson Ferreira da Fonseca, Ribrio Ivan Tavares Pereira Batista, Joanna Maria Gonçalves Souza-Fabjan, Maria Emilia Franco Oliveira

Probablemente, las cabras fueron los primeros rumiantes que fueron domesticados (Zeder y Hesse, 2000). Su pequeño tamaño, la facilidad de contención, la adaptabilidad a diferentes ambientes y la diversidad de productos utilizados como alimentos (leche y carne), ropa y utensilios para transportar agua (piel) han hecho que tenga una distribución cosmopolita. Esto fue dando lugar a algunas diferencias fisiológicas según el entorno geoclimático y el tipo de explotación a la que fueron sometidos estos animales, lo que repercute en su patrón reproductivo.

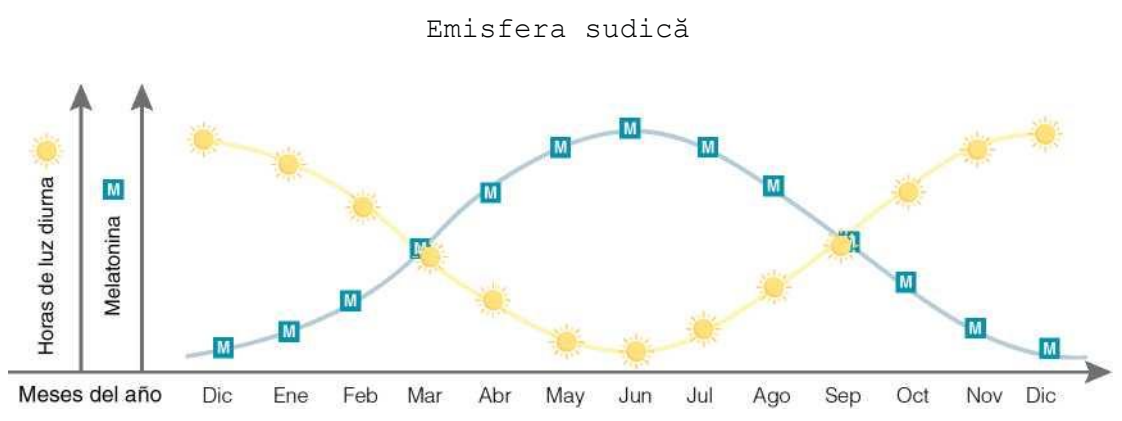


FIGURA 40.1. Reprezentare schematică a fotoperioadei (ore de lumină pe zi) și a concentrațiilor de melatonină sintetizate pe parcursul anului de către caprele crescute în emisfera sudică, evidențiind sezoanele de reproducere și cele mai frecvent utilizate tehnici pentru controlul ciclului estral.

ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA, PUBERTAD Y MADUREZ SEXUAL

La pubertad de machos y hembras se controla principalmente por factores ambientales como el fotoperiodo (número de horas de luz por día). Las cabras ciclan con la disminución de la cantidad de luz diaria asociada a las variaciones en la producción y secreción de melatonina por la glándula pineal (ver cap. 14). Secuencialmente, el cambio hormonal de mayor impacto es el aumento de la pulsatilidad de LH. Estos fenómenos están directamente relacionados con las alternativas utilizadas para el manejo reproductivo (fig. 40.1). La temporada reproductiva tiende a estar cada vez más restringida en otoño e invierno a medida que aumenta la latitud, pero la ciclicidad es casi continua en las regiones ecuatoriales. La gestación dura 150 días, por lo que los nacimientos ocurren a fines del invierno y, más comúnmente, en la primavera.

Por ello, se han desarrollado diferentes estrategias para dar respuesta a la necesidad de ofrecer productos de cabra durante todo el año. El momento del parto también influye sobre la edad de la pubertad de la descendencia. Si la temporada de nacimiento es natural (finales del invierno y primavera), la descendencia alcanza la pubertad a una edad menor que en el caso de los animales de apareamientos que ocurrieron durante el anestro estacional. De todas formas, las cabras se aparean cuando alcanzan del 60 % al 70 % de su peso adulto. Si el nacimiento ocurre en la primavera (estación del anestro), esta condición se alcanza en la primera temporada de apareamiento natural del animal (6-8 meses de edad). Por el contrario, si el parto se da a contraestación, en el otoño, la pubertad se alcanza en la siguiente temporada reproductiva (fig. 40.2).

En regiones con variación del fotoperiodo (latitudes altas), una vez que se alcanza la madurez sexual, la reproducción de cabras se puede dividir en tres periodos: temporada de apareamiento natural, anestro estacional y transición (Restall, 1992). El uso y la elección de herramientas de control del ciclo estral en las cabras se ajustan de acuerdo con el periodo (tabla 40.1; fig. 40.1). En las regiones ecuatoriales no hay variación del fotoperiodo y, por lo

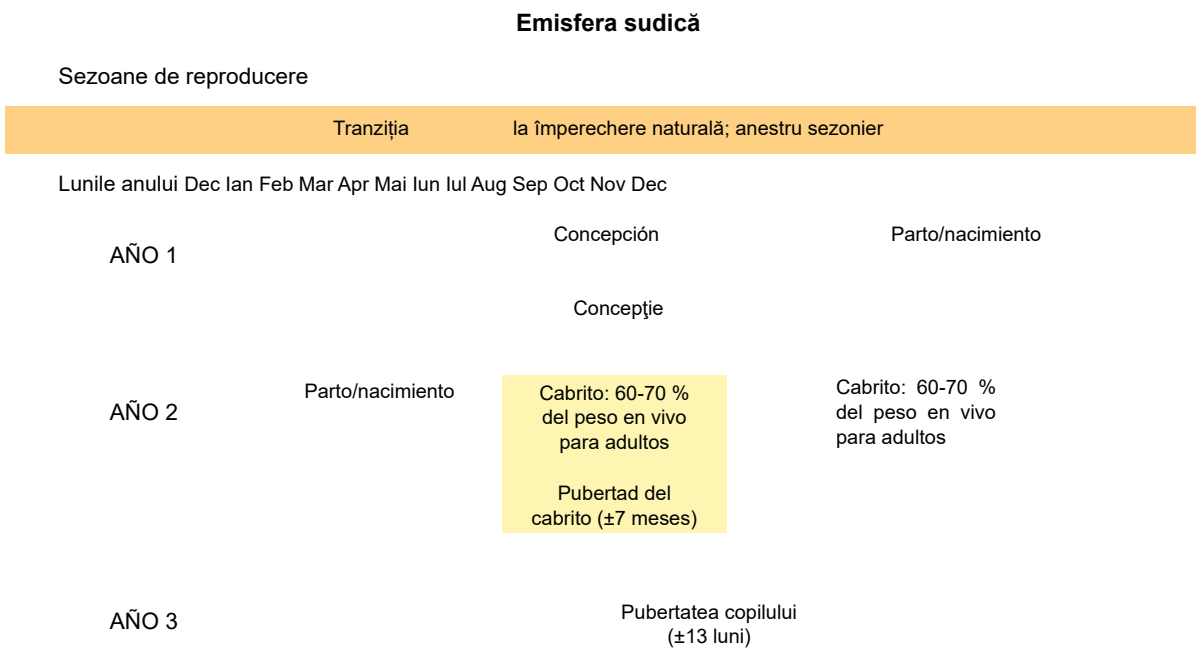


FIGURA 40.2. Reprezentare schematică a sezoanelor reproductive de-a lungul anilor observate la caprele crescute în emisfera sudică, evidențiind relația dintre vârsta concepției și vârsta pubertății-împerechere a urmașilor, observată în două simulări (galben și albastru).

tanto, la temporada de apareamiento natural se extiende a lo largo de todo el año (fig. 40.3).

CICLO ESTRAL

Las cabras son poliéstricas estacionales, con un ciclo es- tral que en promedio dura 21 días, con una fase luteal de 17 días y una folicular de 4 días. La hembra es receptiva

TABLA 40.1. Características reproductivas determinantes de las técnicas de control del ciclo estral que se van a utilizar en los caprinos.

Periodo reproductivo	Estación del año	Característica
Anestro	Invierno/primavera	Ausencia de celos
Transición	Verano	Ausencia o baja frecuencia de celos
Estación cíclica	Verano/otoño	Celos naturales frecuentes

durante el estro (12 a 48 h). Durante el celo hay variaciones en el moco cervical, que van de cristalino a caseoso, lo que se relaciona con el momento de ovulación (Fonseca *et al,* 2017), que ocurre al final del celo o inmediatamente después de su finalización (Fonseca *et al,* 2012). Si la hembra no queda preñada, el nuevo ciclo puede comenzar tras un periodo normal (21 días), corto (6-8 días) o largo (cerca de 30 días). Los ciclos cortos generalmente se observan al comienzo de la estación reproductiva o en algunos manejos reproductivos específicos, como el aprovechamiento del efecto macho, o tras administrar tratamientos hormonales. Estos ciclos se caracterizan por una regresión luteal temprana, probablemente como consecuencia de un cuerpo lúteo mal formado y con una vida útil corta. El ciclo estral largo es más común al final de la estación reproductiva natural o tras la muerte embrionaria temprana, lo que puede incluso predisponer a la aparición de pseudogestación o hi- drometra (Maia *et al,* 2017). Este es el principal problema reproductivo en la cabra, que puede diagnosticarse por la historia clínica y la evaluación ecográfica para determinar el tratamiento que se debe aplicar (Maia *et al.,* 2018) (figs. 40.4 y 40.5).

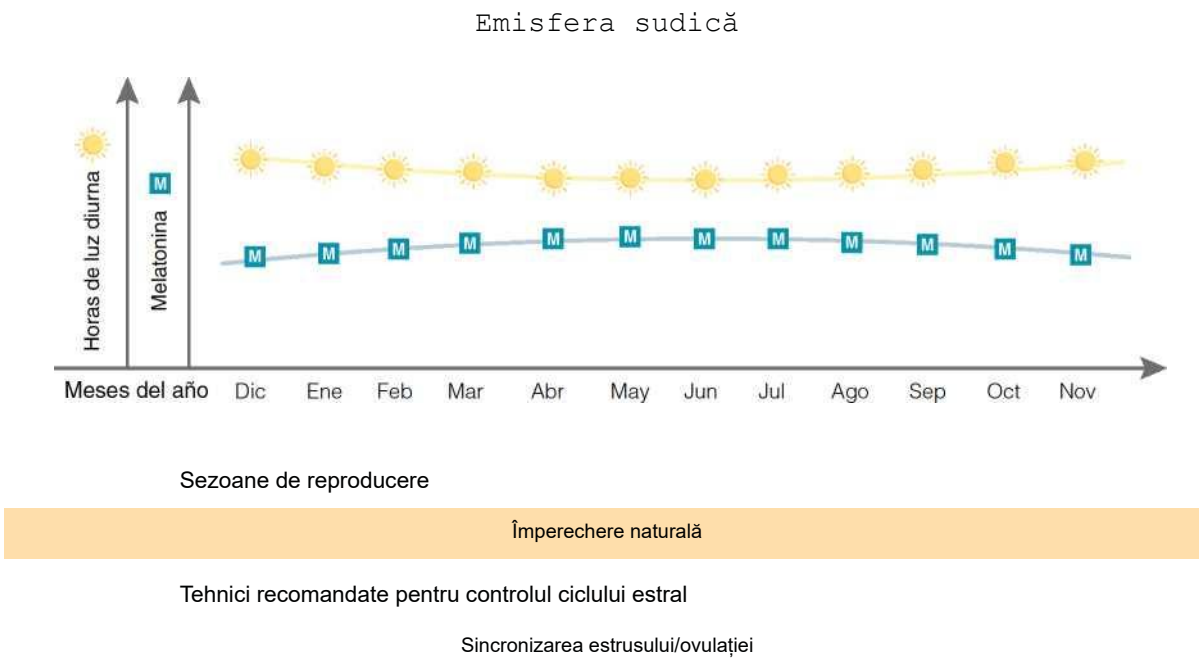


FIGURA 40.3. Reprezentare schematică a fotoperioadelor (ore de lumină pe zi) și a concentrațiilor de melatonină sintetizate pe parcursul anului de către caprele crescute în regiunea ecuatorială, evidențiind sezonul de reproducere și tehnica recomandată pentru controlul ciclului estral.

INTERACȚIUNI SOCIALE ȘI REPRODUCERE

Caprele au anumite caracteristici reproductive specifice care apar datorită schimbărilor legate de gestionarea reproductivă. Aceste fenomene sunt rezumate în Tabelul 40.2 și sunt legate de contactul continuu sau discontinuu dintre masculi și femele, dintre masculi și dintre femele.

FIGURA 40.4. Cabra con hidrometra en la que se observa la dilatación abdominal causada por el aumento de contenido uterino, antes y después del tratamiento.

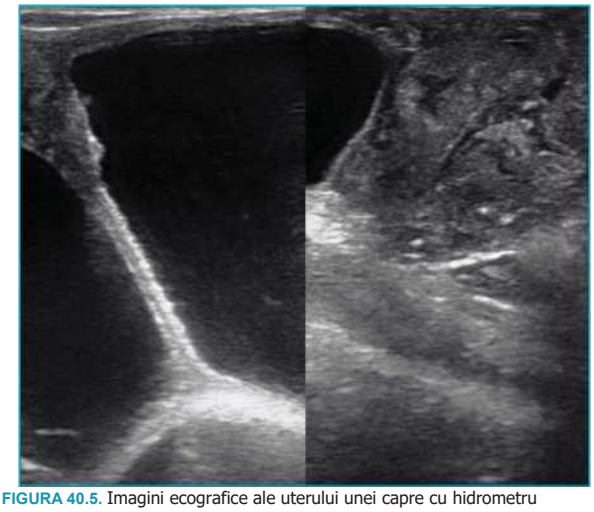


FIGURA 40.5. Imagini ecografice ale uterului unei capre cu hidrometru înainte și după tratament.

TABELUL 40.2. Fenomene reproductive tipice observate la capre în diferite situații.

Efect	Definiție	Tabele de scor	Apariție	Referință
Masculin/feminin	Masculii stimulează ciclicitatea la femele	Pulsatilitate crescută a LH; femele în călduri	După separarea de bărbați și femei în timpul unei perioade anumit	Delgadillo *și colab.,* 2009
Femeie/Bărbat	Femelele în căldură stimulează activitatea masculilor	Creșterea Pulsatilitatea LH, libidoul și calitatea spermei	Când femelele cu Femelele aflate în estrus indus în timpul anestrului se împerechează cu masculii	Walkden-Brown *și colab.,* 1994
Femeie/feminin	Femele în căldură Ciclicitatea indusă este stimulată la femele în anestrus	Femele anestre manipulate alături de femele cu estrus indus	Când estrusul este indus la un grup de femele în timpul anestrului sau al sezonului natural de reproducere	Rodríguez-Martínez *și colab.,* 2013
Dominanță	Femelele dominante inhibă comportamentul sexual al altor femele	Femelele subordonate nu prezintă estrus până când femelele dominante nu se retrag.	Grupuri de femele gestionate împreună în aceeași incintă	Maia *și colab.,* 2017
Preferință	Preferință bazată pe contactul din timpul dezvoltarea masculilor	Masculii încrucișați cu masculi nu prezintă preferință pentru femei	Reproducerea masculilor izolați de femele	Lacuesta *și colab.,* 2017

REFERINȚE

1. Fonseca JF, Souza-Fabjan JMG, Oliveira MEF, Cruz RC, Esteves LV, Matos de Paiva MPSL, Brandão FZ, Mancio AB. Evaluarea mucusului cervical și a eficienței reproductive la caprele de lapte anovulare sezonier după protocoale de inducție estrală pe termen scurt pe bază de progestative cu diferite gonadotropine. *Reprod Biol.* 2017;17:363-369.
2. Delgadillo JA, Gelez H, Ungerfeld R., Hawken P, Martin G. „Efectul masculin" la oi și capre - O revizuire a dogmelor. *Behav Brain Res.* 2009;200(2):304-314.
3. Lacuesta L, Giriboni J, Orihuela A, Ungerfeld R. Cerbii crescuți în contact strâns cu adulții preferă să interacționeze cu femelele decât cu masculii. *SmallRumin Res.* 2017;162:22-24.
4. Maia ALRS, Brandão FZ, Souza-Fabjan JMG, Balaro MFA, Oliveira MEF, Facó O, Fonseca JF. Parametrii reproductivi ai caprelor de lapte după administrarea a două doze de d-cloprostenol la intervale diferite. *Anim Reprod Sci.* 2017;181:16-23.
5. Maia ALRS, Brandão FZ, JMG Souza-Fabjan, Veiga MO, Balaro MFA, Siqueira LGB, Facó O, Fonseca JF. Hidrometru la capre de lapte: variabile ultrasunete și protocoale terapeutice evaluate în timpul sezonului reproductiv. *Anim Reprod Sci.* 2018;197:203-211.
6. Restall BJ. Variația sezonieră a activității reductive la caprele australiene. *Anim Reprod Sci.* 1992;27:305-318.
7. Rodríguez-Martínez R, Ángel-García O, Guillén-Muñoz JM, Ro bles-Trillo PA, Santiago-Miramontes MA, Meza-Herrera CA, Mellado M, Véliz FG. Inducerea estrului la caprele anestrose de rasă mixtă utilizând „efectul femelă la femelă". *Trop Anim Health Prod.* 2013;45:911-915.
8. Romano JE, Crabo BG, Christans CJ. Efectul serviciului steril asupra duratei estrusului, fertilității și prolificității la caprele de lapte inseminate artificial. *Theriogenology* . 2000;53:1345-1353.
9. Walkden-Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ. „ Efectul masculului feminin" la caprele australiene din cașmir: efectul sezonului și al calității dietei asupra răspunsului LH și testosteronului masculilor la caprele în estr. *J Reprod Fertil.* 1994;100:521-531.
10. Zeder MA, Hesse B. Domesticirea inițială a caprelor *(Capra hircus)* în munții Zagros acum 10.000 de ani. *Science.* 2000;287:2254-2257.

Principalele caracteristici reproductive ale bivolilor

Eunice Oba și Viviane Maria Codognoto

Creșterea bivolilor a atras interes în ultimii ani datorită caracteristicilor lor unice, cum ar fi rezistența și adaptabilitatea. Bivolii sunt clasificați în două specii principale: bivolul sălbatic african *(Syncerus caffer)* și bivolul asiatic *(Bubalus bubalis)*. (Fig. 41.1), care prezintă diferențe în ceea ce privește caracteristicile fiziologice reproductive, cum ar fi vârsta de debut a pubertății, maturitatea sexuală, durata ciclului estral și perioada de gestație (Zava, 2011). Clasificarea zoologică a bivolilor domestici urmează această denumire: *Bubalus bubalis,* aparținând familiei Bovidae și subfamiliei Bubalinae; genul este *Bubalus.* Aceștia sunt clasificați în două subspecii: *Bubalus bubalis carabenensis,* sau bivolul de mlaștină (48 de cromozomi) și *Bubalus bubalis bubalis,* sau bivolul de râu (50 de cromozomi) (Patiño, Crudeli și Mitat, 2016). Principalele rase întâlnite la nivel mondial sunt următoarele: mediteranean, Murrain, Jafarabadi, Carabao, Nili-Ravi și Bufalypso (Fig. 41.2).

FIGURA 41.1. *Syncerus caffer* (stânga) și *Bubalus bubalis* (Murrah) (dreapta).

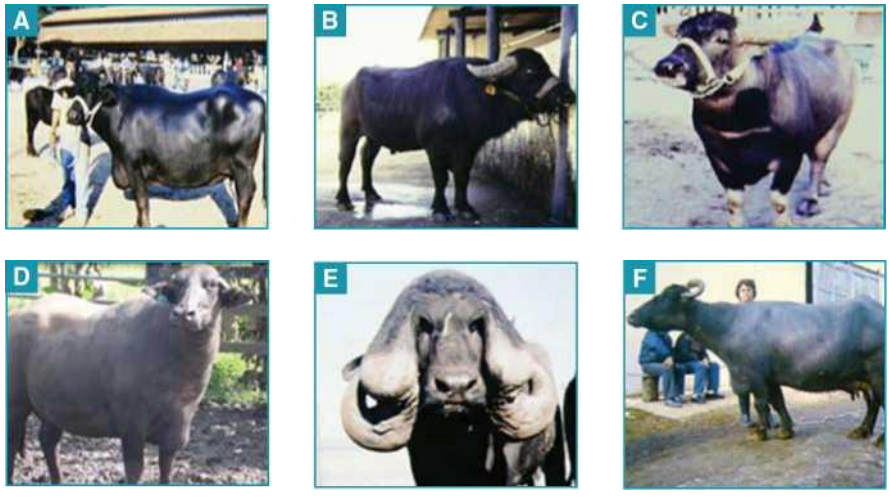


FIGURA 41.2. Principalele rase de bubaline din lume: **(A)** , Murrah; **(B)** , Mediterana; **(C)** , Carabao; **(D)** , Jafarabadi; **(E)** , Nili-Rabi; **(F)** , Bufalypso.

CAPÍTULO 41

ANATOMIA REPRODUCTIVĂ

Deși sunt specii înrudite, bivolii au particularități care îi diferențiază de bovine, iar cunoașterea aspectelor reproductive ale masculilor și femelelor este necesară, cerință de bază pentru orice implementare biotehnologică.

Bivolii masculi au o anatomie similară cu cea a bovinelor, cu structuri mai mici (Tabelul 41.1; Fig. 41.3). Penisul are un gland mai puțin dezvoltat, iar teaca prepuțială este atașată de peretele abdominal (Vale *et al,* 1981; Ohashi *et al,* 2011) (Fig. 41.4).

TABELUL 41.1. Fenomene reproductive tipice observate la capre în diferite situații.

	Organ	Categorie	Referință
Greutatea testiculară (g)	110	Tineri	Vale *și colab.* (1981)
Lungimea testiculului (cm)	8	Tineri	Vale *și colab.* (1981)
Adâncimea testiculară (cm)	4	Tineri	Vale *și colab.* (1981)
Circumferința scrotală (cm)	33 de ani	Adult	Ohashi (1993)
Glande veziculare (cm)	5 x 1,9	Tineri	Vale *și colab.* (1981)
Blisteră (cm)	9 x 0,5	Tineri	Vale *și colab.* (1981)
Lungimea penisului (cm)	85	Tineri	Vale *și colab.* (1981) Ohashi *și colab.* (2011)
Diametrul penisului (cm)	1.9	Tineri	Vale *și colab.* (1981) Ohashi *și colab.* (2011)

FIGURA 41.3. Imagen ilustrativa de los testículos y la medición de la circunferencia escrotal en los búfalos.

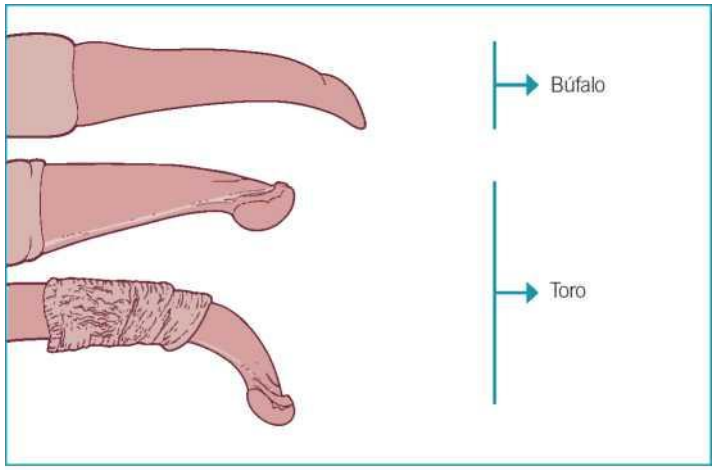


FIGURA 41.4. Diferencias anatómicas entre los penes de los búfalos y los bóvidos.

Femelele au și ele particularități (Tabelul 41.2): corpul galben este de culoare roșiatică-brună, fără proeminența observată la vaci, ceea ce face dificilă identificarea structurilor ovariene prin palpare rectală (Perera, 1987) (Fig. 41.5). Coarnele uterine sunt rigide și tortuoase , colul uterin este mai mic decât la vaci, uterul femelelor negestante are o consistență fermă, iar coarnele uterine sunt spiralate, astfel încât este necesară doar introducerea mâinii rectal aproximativ 10-15 cm pentru a detecta colul uterin, corpul sau coarnele uterine și ovarele (Fig. 41.6).

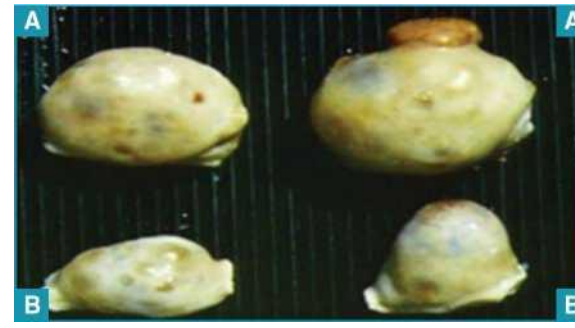


FIGURA 41.5. Diferencias anatómicas entre los ovarios de las búfalas **(A)** y las vacas **(B)**.

TABELUL 41.2. Sistemul reproducător feminin.

	Organ	Referință
Greutatea ovariană (g)	4.6	Danell (1987), Zicarelli (1997)
Lungimea ovarului (cm)	2,5-3	Danell (1987), Zicarelli (1997)
Adâncimea ovarului (cm)	1,4	Danell (1987), Zicarelli (1997)
Populația foliculară la naștere	10.000-20,0	Danell (1987), Vale și Ribeiro (2005)
Foliculi maturi (cm)	1,3-1,6	Conform lui Baruselli *et al.* (1997), Brito *și colab.* (2002), Yinde *și colab.* (2010)
Corp luteal (cm)	1,2-1,7	Baruselli *și colab.* (1997), Brito *și colab.* (2002), Yindee *și colab.* (2010)
Cervix (inele)	3-5	Vale și Ribeiro (2005)
Corp uterin (cm)	5.8	Vale și Ribeiro (2005)
Trompele uterine (cm)	19-24	Vale și Ribeiro (2005)

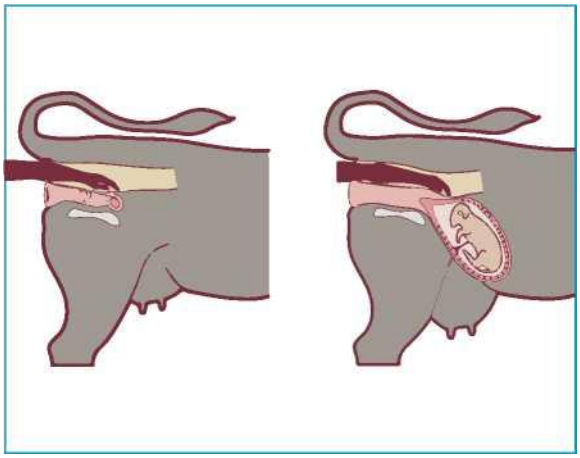


FIGURA 41.6. Representación de la palpación en una búfala vacía y en una preñada.

PUBERTATEA ȘI MATURITATEA SEXUALĂ

Pubertatea variază în funcție de genotip, nutriție, management și climă (Gupta *și colab.,* 2016), momentul nașterii (direct legat de fotoperioadă) și diferențele individuale și este mai târzie decât la bovinele femele (Oba *și colab.,* 1993) (Tabelul 41.3). Vârsta pubertății poate fi avansată prin biostimulare (Fig. 41.7). La masculi, este, de asemenea, mai târzie decât la bovine (12-14 luni), iar caracteristicile sexuale secundare, libidoul maxim și calitatea spermei sunt complet dezvoltate , în concordanță cu rate bune de fertilitate, până la 24-30 de luni (Ohashi, 1993).

FIGURA 41.7. *Flehmen* de búfalo durante la bioestimulación de las hembras.

TABELUL 41.3. Vârsta și greutatea la pubertate la bivoli.

Rasă sau specie	Greutate (kg)	Vârstă (luni)	Referinţă
Murrah	372-394	22	Sousa *și colab.* (1999)
Murrah	391	14,5-20	Bine (2000)
Bivoli de râu	250-400	15-18	Borghese, 2005; Drost, 2007
Bivol de mlaștină	200-300	21-24	Borghese, 2005; Drost, 2007

COMPORTAMENT SEXUAL ȘI SEZONALITATEA REPRODUCTIVĂ

Comportamentul sexual al bivoliței este influențat de temperatură și de perioada anului. Sezonul de reproducere începe odată cu scăderea orelor de lumină și are loc toamna și iarna. Pe măsură ce scad orele de lumină, eliberarea de melatonină crește și stimulează axa hipotalamo-hipofizo-gonadală, care, la rândul său, stimulează ciclul reproductiv (Zicarelli, 1994; Di Francesco, 2010) (Fig. 41.8). Cu toate acestea, în regiunile ecuatoriale, nu există schimbări sezoniere semnificative (Vale și Ribeiro, 2005; Vale, 2011).

Bărbații au o calitate mai bună a spermei (San sone, Nastri și Fabbrocini, 2000), un libidou mai mare, o concentrație mai mare de spermatozoizi și o incidență mai mică a defectelor spermatozoizilor în toamnă și iarnă (Ramadan *și colab.,* 2009). Conform experienței noastre, libidoul crește de la amurg încolo și se intensifică pe parcursul nopții. Compoziția chimică a plasmei seminale

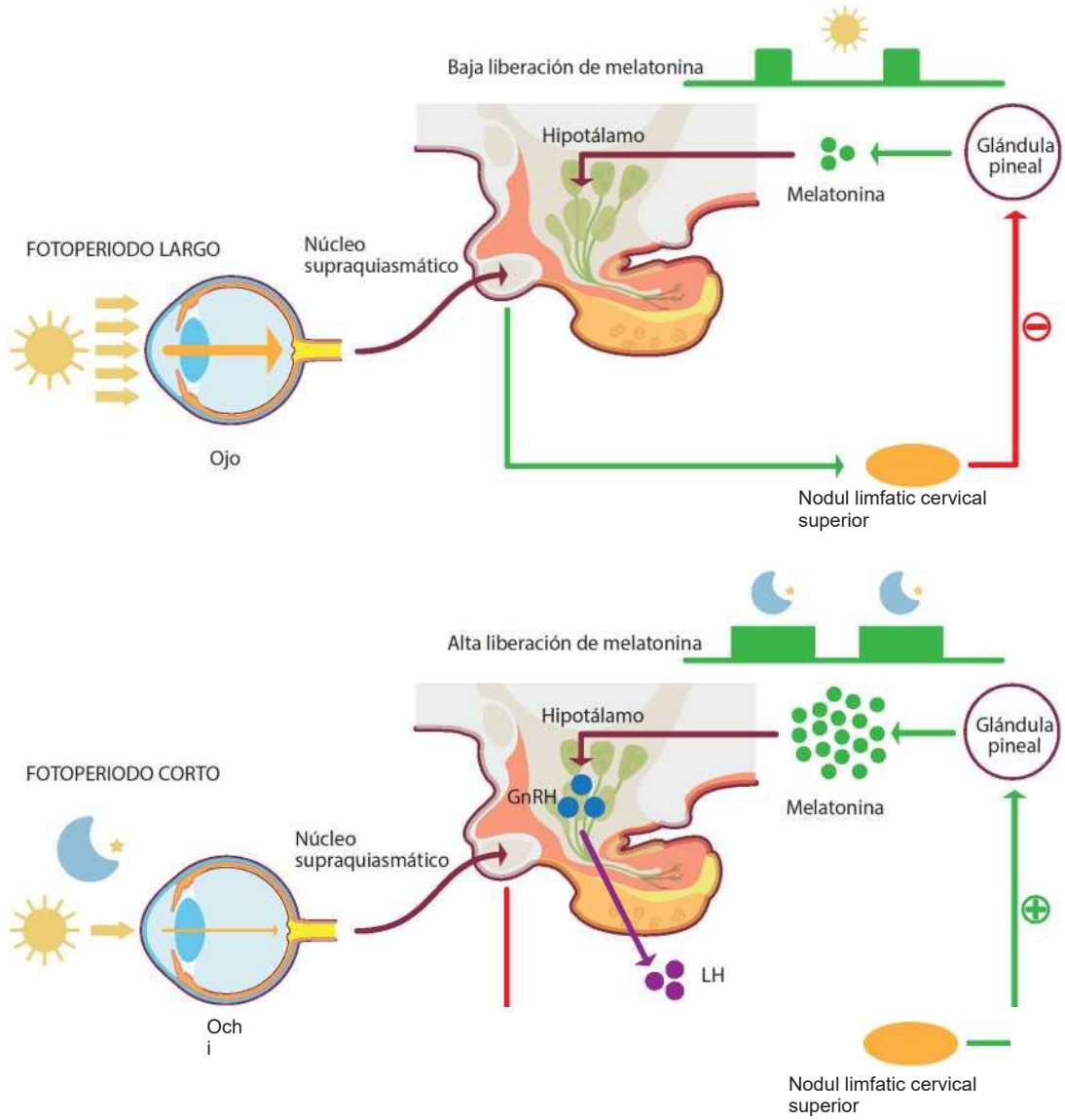


FIGURA 41.8. Efectul fotoperioadei asupra activității reproductive a bivoliței.

De asemenea, variază, cu o creștere a concentrațiilor de fructoză și acid citric la sfârșitul toamnei, ceea ce favorizează metabolismul spermatozoizilor și crioconservarea spermei (Oba *et al,* 1994).

Femelele au cicluri menstruale în perioadele mai reci ale anului (Misra și Sengupta, 1965), iar majoritatea animalelor nasc vara și toamna (Baruselli, 1993; Mattos, Franzolin și Nonaka, 2000; Reichert *et al,* 2001). În afara sezonului de reproducere , semnele de estrus pot scădea sau pot dispărea, ciclurile pot fi neregulate, iar ratele de concepție pot fi scăzute. Masculii pot prezenta un libido scăzut și o calitate scăzută a spermei (Siqueira, Leal și Oba, 2009; Campanile *et al,* 2010).

CICLU ESTRAL

Ciclul estral durează între 21 și 24 de zile (interval: 16–33 de zile) (Vale și Ribeiro, 2005; Siqueira, Leal și Oba, 2009), estrul durând între 20 și 24 de ore la bivolițele de mlaștină și, respectiv, la cele de râu (Danell, 1987; Kanai și Shimizu, 1983; Shimizu, 1987). Ovulația are loc între 24 și 48 de ore după debutul estrului (Perera, 1999). Comportamentul estral este similar cu cel al bovinelor (Siqueira, Leal și Oba, 2009), deși mai puțin intens (Ohashi, 1993) și predominant nocturn (Vale, Weitze și Grunert, 1984; Perera, 2011) (Fig. 41.9). Se observă un mucus limpede, vâscos, care devine opac pe măsură ce estrusul progresează (Oba și Souza, 2003). Celule anucleate de suprafață se observă în frotiurile prelevate în timpul estrusului (Fig. 41.10).

Intensitatea scăzută a semnalelor estruale este legată de foliculii preovulatori mici (Baruselli *et al.,* 1997) care produc concentrații scăzute de 17β - estradiol (Roy și Prakash, 2009). Modelul de dezvoltare foliculară este similar cu cel al bovinelor (Baruselli *et al.,* 1997; Perera, 2011). Bivolițele Murrah din Brazilia au cicluri cu două și trei unde (Baruselli *et al.,* 1997) (Fig. 41.11). și bivoli egipteni, predominant cu trei valuri (Barkawi *și colab.,* 2009).

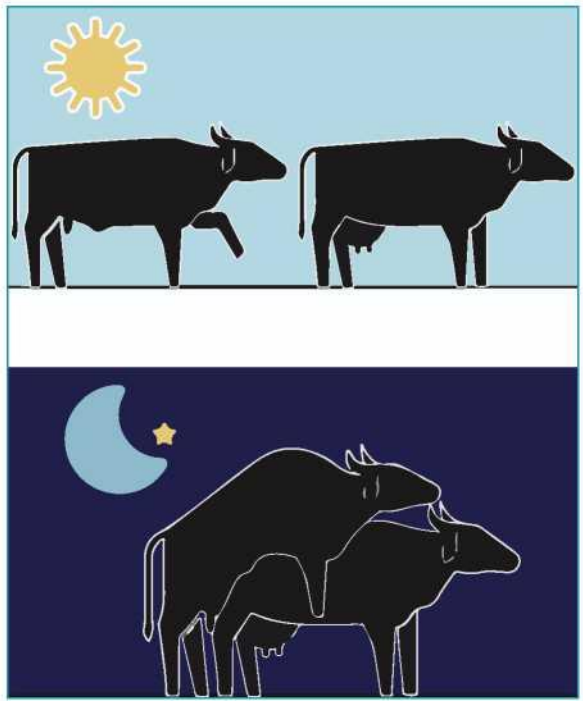


FIGURA 41.9. Semne de căldură și creștere în alpinism în timpul nopții.

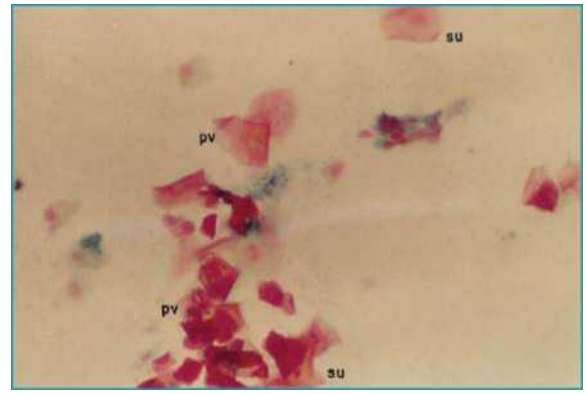


FIGURA 41.10. Imagine care prezintă celule superficiale (su) și celule intermediare (pv) într-un frotiu vaginal de bivoliță. Colorație Shorr.

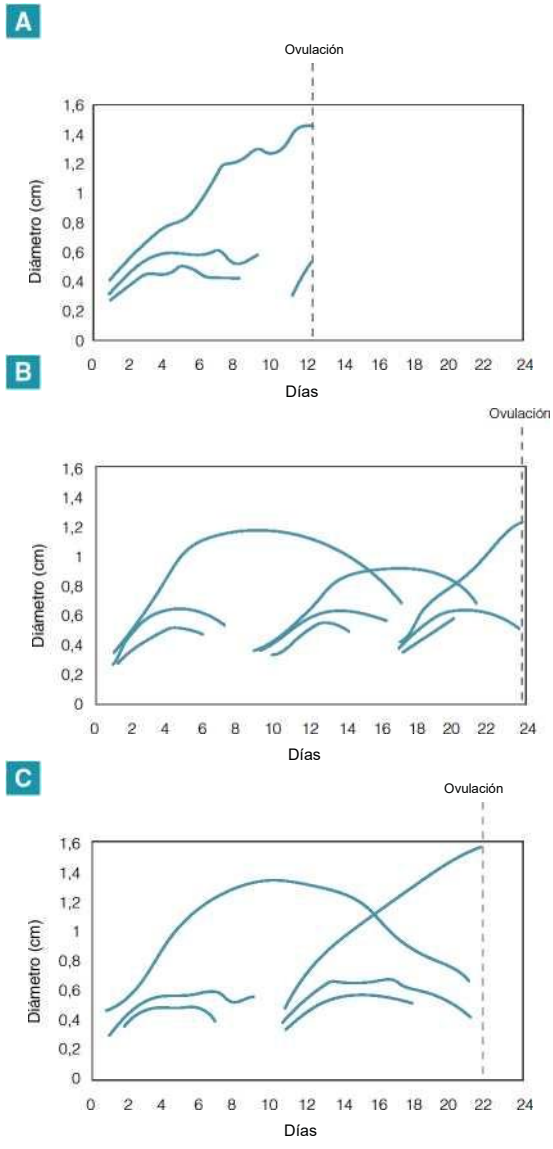


FIGURA 41.11. Patrón de desarrollo folicular en búfalas con una onda **(A)**, dos ondas **(B)** y tres ondas **(C)**. (Modificado de Baruselli *et a/.*,1997).

REFERINȚE

1. Barkawi AH, Hafez YM, Ibrahim SA, Ashour G, El-Asheeri AK, Ghanem N. Caracteristici ale dinamicii foliculare ovariene de-a lungul ciclului estral al bivolilor egipteni. *Animal Reprod Sci.* 2009;110:326–3
2. Baruselli BP. Managementul reproducerii la bubaline. Nova Odessa (São Paulo, Brazilia): Institutul de Zootehnică; 1993.
3. Baruselli PS, Mucciolo RG, Visintin JA, Viana WG, Arruda RP, Madureira EH, Oliveiras CA, Molero-Filho JR. Dinamica foliculară ovariană în timpul ciclului estral la bivol . *Terogeno- /ologie.* 1997;47:1531–47.
4. Borghese A. (ed.). Producția și cercetarea bivolilor. Roma (Italia): Organizația pentru Alimentație și Agricultură; 2005 (Serie tehnică, 67).
5. Brito LF, Satrapa R, Marson EP, Kastelic JP. Eficacitatea PGF(2alfa) pentru sincronizarea estrului la vacile bivolițe de apă *(Buba/us buba/is)* depinde de concentrația plasmatică de progesteron, dimensiunea corpului galben și statusul folicular ovarian înainte de tratament. *Anim Reprod Sci.* 2002;73:23-35.
6. Campanile G, Baruselli PS, Neglia G, Vecchio D, Gasparrini B, Gi- menes LU, Zicarelli L, D'Occhio MJ. Funcția ovariană la bivol și implicații pentru dezvoltarea embrionului și reproducerea asistată. *Anim Reprod Sci* . 2010;121:1-11.
7. Danell B. Comportamentul estral, morfologia ovariană și variația ciclică a sistemului folicular și a modelului endocrin la junincile de bivoliță de apă. Teză. Universitatea Suedeză de Științe Agricole; 1987.
8. Di Francesco S. Efectul sezonului asupra performanțelor reproductive la speciile de bivoli *(Buba/us buba/is)* . Tesis (Dottorato di ricerca in pro duzione e sanità degli alimenti di origine animale). Napoli: Universita' Degli Studi di Napoli Federico II; 2010.
9. Drost M. Bubalina versus reproducerea bovină. *Theriogenogy* . 2007;68:447-49.
10. Gupta SK, Singh P, Shinde KP, Lone SA, Kumar N, Kumar A. Strategii pentru atingerea pubertății precoce la bovine și bivoli: o trecere în revistă. *Agric Rev.* 2016;37:160-67.
11. Kanai Y, Shimizu H. Caracteristicile ciclului estral la bivolița de mlaștină în condiții temperate. *Theriogenogy* . 1983;19:593-602.
12. Mattos PSR, Franzolin R, Nonaka KO. Concentrația plasmatică de melatonină la junincile de bivoliță *(Buba/us buba/is)* pe tot parcursul anului. *Arq Bras Med Vet Zoo.* 2000;52:475-78.
13. Misra MS, Sengupta BP. Mediul climatic și comportamentul reproductiv al bivolilor. III. Observații privind calitatea spermei bivolilor menținute în două condiții diferite de adăpostire. *Indian J Dairy Sci* 1965;18:130-33.
14. Oba E, Amstalden M, Santos JEP, Bonfim SRM, Emílio S. Variații sezoniere ale atributelor chimice în spermă de bivol. În: *Wor/d Buffalo Congress, 4. Proceedings.* São Paulo: ABCB; 1994. p. 576-78.
15. Oba E, Fuck EJ, Bicudo SD, Papa FO, Ohashi OM. Studiu preliminar al diferitelor medii pentru congelarea spermei de bivoliță. În: Al X-lea *Congres Brazilian de Medicină Veterinară.* Vol. 2. Belo Horizonte : CBRA; 1993. pp. 337.
16. Oba E, Souza MIL. Progrese în reproducerea vitelor și bivolilor. În: *Contribuție la studiul bivolului: perioada 1972-2001 : prelegeri.* Botucatu (São Paulo, Brazilia): FMVZ/UNESP; 2003. p. 541-64.

17. Ohashi OM, Santos SSD, Miranda MS, Cordeiro MS, Costa NN, Silva TVG. Morfologia sistemului genital, tulburări reproductive și gestionarea bivolilor masculi *(Bubalus bubalis). Rev Bras Reprod Anim.* 2011;35:88-94.
18. Ohashi OM. Studiu morfofiziologic al testiculului bivolilor încrucișați *(B. bubalis)* la diferite vârste [disertație]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 1993.
19. Patiño EM, Crudeli GA, Mitat VA. Origine, distribuție și rădăcini. În: Crudeli GA, Konrad JL, Patiño EM. *Reproducerea la bivoli.* Argentina : Moglia Ediciones; 2016. p. 27-36.
20. Perera BMAO. O trecere în revistă a experiențelor privind sincronizarea estrală la bivolițe din Sri Lanka. *Buffalo J*. 1987;1(Supl.):105-14.
21. Perera BMAO. Reproducerea la bivolii de apă: aspecte comparative și implicații pentru management. *J Reprod Fertil* . 1999;54(Supl.):157-68.
22. Perera BMAO. Cicluri reproductive la bivoli. *Anim Reprod Sci* . 2011;124(3-4):194-199.
23. Ramadan TA, Taha TA, Samak MA, Hassan A. Variații sezoniere și lunare ale caracteristicilor spermei la taurii de bivoli egipteni. *Alexan dria J Agric Res.* 2009;54:13-23.
24. Reichert RH, Pires RML, Martínez AC, Baruselli PS. Desempenho reprodutivo de búfalos da raça Murrah. En: *Anais do 4° Congresso Brasileiro de Buiatria.* Campo Grande; 2001. p. 104.
25. Roy KS, Prakash BS. Profilurile plasmatice ale progesteronului, estradiolului-17p și estrogenului total în raport cu comportamentul estral în timpul ovulației induse la junincile de bivoliță Murrah. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2009;93:486-495.
26. Sansone G, Nastri MJF, Fabbrocini A. Depozitarea spermei de bivoliță *(Bubalus bubalis) . Anim Reprod Sci.* 2000; 62:55-76.
27. Shimizu H. Colecția de embrioni din bivolul de mlaștină Bubalus bubalis. En: *Lucrările Seminarului Internațional privind Reproducerea Bivoliței de Lapte* . Berlin: Fundația Germană pentru Dezvoltare Internațională; 1987.
28. Siqueira JB, Leal LS, Oba E. Dinamica foliculară ovariană la bivoli. *Rev Bras Reprod Anim.* 2009;33:139-48.
29. Sousa AO, Baruselli PS, Ohashi OM, Oliveira CA DE, Ferro RS, Blume H, Santos HP. Pubertatea femelelor de bivoli Murrah crescute în Valea Ribeira, São Paulo. *Pesquisa em Foco.* 1999;7:93-99.
30. Vale WG, Ribeiro HFL. Caracteristicile reproductive ale bivolițelor: pubertatea, ciclul estral, involuția uterină și activitatea ovariană în perioada postpartum. *Rev Bras Reprod Anim* . 2005;29:63-73.
31. Vale WG, Sousa JS, Ohashi OM, Ribeiro FHL. Biometria sistemului genital la bivoli. *Rev Bras Reprod Anim.* 1981;4:66-74.
32. Vale WG, Weitze KF, Grunert E. Comportamentul estral și funcția ovariană la vacile bivolițe de apă (*Bubalus bubalis*) în condiții amazoniene. En: *10 Congres Internațional privind Reproducerea Animală și IA.* Vol. 2. Urbana (Illinois, Statele Unite): ICAR; 1984. pp. 154-156.
33. Worth WG. Progrese biotehnologice în reproducerea bizonilor. *Tehnologie în mișcare.* 2011;24:89-104.
34. Vale WG. Îmbunătățirea pubertății la junincile bivolițe. En: *Al 14-lea Congres Internațional privind Reproducerea Animală.* Vol. 1. Stockholm: ICAR; 2000. pp. 271.
35. Yindee M, Techakumphu M, Lohachit C, Sirivaidyapong S, NA Chiangmai A, Rodríguez-Martínez H, Van der Weyden GC, Colenbrander B. Follicular dynamics and estrous detection in Thai postpartum swamp bivolies *(Bubalus bubalis). Reprod Domest Anim.* 2010;46:e91-96.
36. Zava M. Bivolul domestic. *Buenos Aires: Orientación Gráfica;* 2011.
37. Zicarelli L. Management în diferite condiții de mediu. En: *Al 4-lea Congres Mondial Criadores de Bivoli.* Vol. 1. São Paulo; 1994. p. 88-112.
38. Zicarelli L. Știri despre reproducerea vacilor bizon. În: Lucrările *celui de-al Cincilea Congres Mondial al Bizonilor* . Federația Internațională a Bizonilor; 1997. pp. 124-141.

Fiziologia reproductivă ecvină

Ana Alonso, Graciela Chaves și Marcelo Miragaya

FIZIOLOGIA REPRODUCTIVĂ LA IAPĂ

Sezonalitate și ciclicitate

Iapa este clasificată ca o femelă poliestră sezonieră, - reproducătoare de zi lungă. Ea trece prin patru etape reproductive pe parcursul anului. Tranziția de toamnă corespunde trecerii treptate de la activitatea ciclică la anestrus profund, cu concentrații scăzute de gonadotropine, urmată de o etapă în care dezvoltarea foliculară scade treptat (Donadeu și Watson, 2007). În timpul perioadei de quiescență de iarnă, activitatea ovariană este minimă, foliculii abia atingând 20 mm. Ocazional, pot fi observate semne de căldură induse de estrus (Crowell-Davis, 2007). Aceasta este urmată de tranziția de primăvară, care poate dura 60-90 de zile (Aurich, 2011). Are loc creșterea foliculară, cu o creștere a diametrului și a numărului de foliculi mai mari în cadrul fiecărui val și o sensibilitate crescută la FSH (King *et al.,* 2008). Factorul determinant în debutul activității ciclice este creșterea LH la concentrații suficiente pentru a induce ovulația. În timpul sezonului reproductiv, au loc cicluri de 21-22 de zile.

În fiecare ciclu, se pot dezvolta unul sau două unde foliculare. Când există două, unda foliculară primară este cea care ovulează în timpul estrusului, iar unda secundară își are originea spre sfârșitul estrusului sau începutul diestrului și al cărei folicul dominant regresează în general fără a ovula. Fiecare undă foliculară are un model similar cu cel descris pentru alte specii (vezi capitolele 6 și 7), cu o creștere bruscă a FSH înainte de emergență și în care se vizualizează foliculi de 10 până la 20 mm. Faza de creștere (Fig. 42.1) este urmată de selectarea unui folicul (ocazional doi) și selectarea și detașarea celui mai mare folicul (aproximativ 22 mm), care va deveni foliculul dominant, și foliculii subordonați (Ginther *et al.,* 2004). Foliculul dominant continuă să crească, în timp ce foliculii subordonați suferă atrezie. Când foliculul atinge 35 mm, poate răspunde la LH și, prin urmare, poate ovula sau atrezia (fig. 42.2).

Ovulația are loc între 24 și 48 de ore înainte de sfârșitul estrusului, iar viabilitatea ovocitelor este menținută timp de aproximativ 6 ore. Între 7% și 25% din

FIGURA 42.1. Imagen ecografica de un ovario con múltiples folículos en fase de crecimiento, antes de la selección de un folículo dominante.

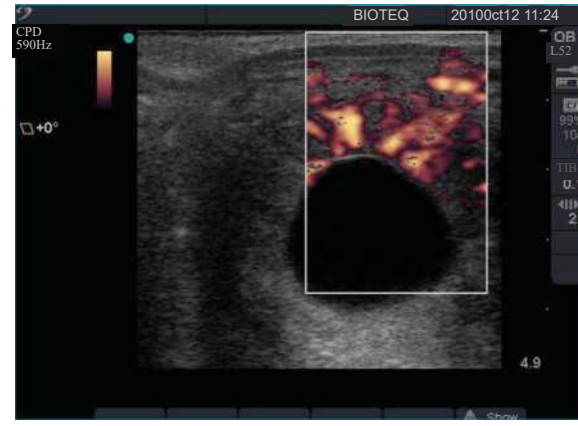


FIGURA 42.2. Folículo preovulatorio visto con ecografía Doppler color, en la que se muestra el aumento de irrigación previo a la ovulación.

ovulaciones dobles (provenientes de dos folículos dominantes de una misma onda folicular primaria, la denominada codominancia folicular) (Aurich, 2011). Los folículos dominantes de una onda folicular secundaria pueden ovular

În timpul diestrului, care apare la 4% până la 21% din rasele studiate. Acest tip de ovulație nu este însoțit de semne de estrus, deși ovocitele își păstrează capacitatea de a fi fecundate (Ginther, 1992).

Gestaţie

Perioada oviductală

Există un transport diferențial între embrioni și ovocitele nefecundate: acestea din urmă nu intră în uter și rămân blocate la joncțiunea ampulo-istm, unde degenerează (Flood, Jong și Betteridge, 1979). În schimb, embrionul călătorește prin oviduct și ajunge în uter în jurul zilei a 6-a după ovulație, permițând ocazional intrarea unui ovocit nefecundat din ciclurile anterioare (Steffenhagen, Pineda și Ginther, 1972). Embrionul de cabalin secretă PGE2 încă din stadiul de morulă compactă (ziua a 5-a după ovulație) (Weber *și colab.,* 1991). PGE2 acționează local, permițând deschiderea papilei uterine, avansarea embrionului și intrarea acestuia în uter (Allen, 2011).

Recunoașterea maternă a sarcinii

Între zilele 6,5 și 23 post-ovulație, embrionul de cabalin este acoperit de o înveliș glicoproteic rezistent și elastic, capsula blastocistului (Fig. 42.3). Această înveliș menține forma sferică și împiedică embrionul să adere la pereții uterini (Oriol *et al.,* 1993). Zona pellucidă se pierde când embrionul ajunge în uter, iar

FIGURA 42.3. Blastocist ecvin de șapte zile (aproximativ 500 pm în diametru).

Concepția se mișcă în cavitatea uterină, propulsată de contracțiile peristaltice ale miometrului. În jurul zilelor 16-17, tonusul uterin crește, iar vezicula embrionară se fixează la baza unuia dintre cele două coarne uterine, la joncțiunea dintre corn și corp. Migrarea embrionului cabalin (Fig. 42.4) este necesară pentru recunoașterea sarcinii de către mamă (vezi Capitolul 5), dar semnalele embrionare implicate nu sunt încă pe deplin înțelese (Fig. 42.5). Deși estrogenii sunt produși din ziua 10 post- ovulație, rolul lor antiluteolitic nu a fost demonstrat. Pe de altă parte, între zilele 10 și 16, numărul receptorilor endometriali pentru oxitocină scade (Starbuck *și*

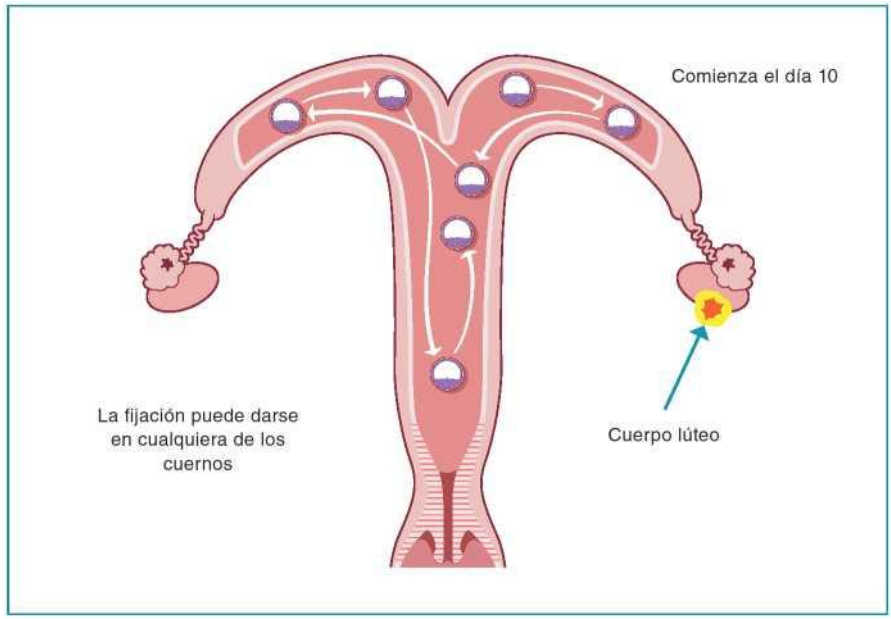


FIGURA 42.4. Migración del embrión durante el desarrollo temprano.

colab., 1998), ceea ce ar afecta procesul luteolitic. Se consideră că producția de PGF (Fig. 42.6), PGE2 și estrogeni de către embrion este necesară pentru a stimula contracțiile miometrului și a promova migrarea embrionilor (Stout și Allen, 1996).

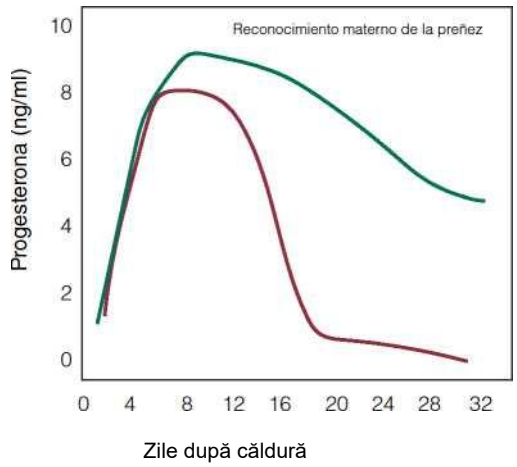


FIGURA 42.5. Concentrația de progesteron la o iapă gestantă (verde) și la o iapă fără mamă (roșu) în perioada de recunoaștere a gestației de către mamă.

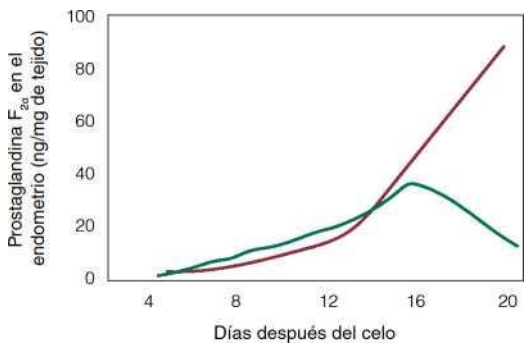


FIGURA 42.6. Cantitatea de prostaglandină F2F $_{2a}$ (PGF2α) din endometrul iepelor gestante (verde) sau neimplenite (roșu). (Modificat după Ginther, 1992).

Formarea cupelor endometriale

Între zilele 25 și 35 post-ovulație, pe suprafața exterioară a corionului, în regiunea în care corioalantoida intră în contact cu sacul vitelin, se dezvoltă structuri asemănătoare crestelor. Acestea provin din hiperplazia celulelor trofoblaste care proeminează spre suprafața endometrului subiacent. Între zilele 36 și 38, acestea invadează endometrul matern și se stabilesc în stroma endometrială, formând ceea ce se numește cupe endometriale. Funcționalitatea lor este la apogeu între zilele 60 și 70 de gestație și regresează între zilele 100 și 120 (Fig. 42.7). Cupele endometriale produc eCG (vezi Capitolul 28), un hormon cu activitate similară cu cea a LH la iapă. Nivelurile de eCG cresc rapid din ziua 40 de gestație și scad odată cu regresia cupelor (Fig. 42.7). ECG induce ovulația sau luteinizarea foliculilor dominanți din undele foliculare în timpul sarcinii incipiente prin creșterea nivelului de progesteron. - Aceste corpora lutea secundară și accesorie persistă până la mijlocul gestației, moment în care placenta preia controlul prin producerea de progestine.

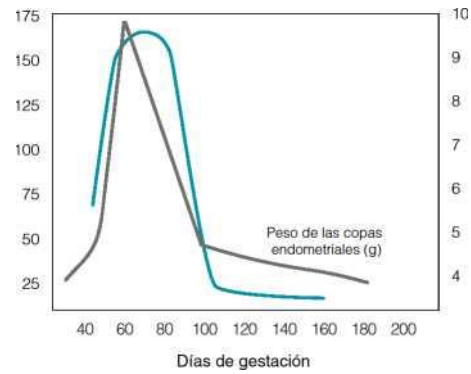


FIGURA 42.7 Dezvoltarea cupelor endometriale și secreția de gonadotropină corionică ecvină (eCG) în timpul gestației iepei.

Placentație, estrogeni și progestative

Placenta iepei este o placentă epiteliocorială difuză microcotiledonară care își completează formarea la 150 de zile de gestație. În această etapă, unitatea fetoplacentară devine principala sursă de progestative, în principal 5α - pregnani. Placenta ecvină produce, de asemenea, cantități semnificative de estrogeni în a doua jumătate a gestației, atingând un vârf la șapte luni de sarcină și scăzând treptat până la fătare.

FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL SEMENTAL

En los sementales o padrillos, la pubertad suele completarse a los 12-14 meses de edad (Naden, Amann y Squires, 1990), aunque la madurez sexual se alcanza a los 4-5 años (ver cap. 25) (Amann, 2011). La espermatogénesis dura 57 días. La producción diaria de espermatozoides y el comportamiento sexual varían de acuerdo con la época del año. Durante la eyaculación, la fracción rica en espermatozoides es liberada en 3-6 pulsos que suelen estar sucedidos por una fracción de gel producida por las glándulas vesiculares. Las características del semen de un semental pueden variar mucho según factores como la edad, el tamaño testicular, el tiempo transcurrido desde el servicio anterior o el periodo de estimulación previo al salto (Amann, 2011).

REFERENCIAS

1. Amann RP. Fiziologie și endocrinologie. În: Mckinnon A, Squires E, Vaala W, Varner D. *Reproducerea ecvină.* 2. ed . Volumul I, Partea a II-a, Armăsarul. Wiley Blackwell; 2011.
2. [PubMed] Allen WR. Factori care influențează stabilirea, menținerea și eșecul gestației la iapă. În: Losinno L, comp. Reproducerea ecvină II: *Rezumate ale celui de-al II-lea Congres Argentinian de Reproducere Ecvină.* Rio Cuarto (Argentina): Editura Universității Naționale din Rio Cuarto; 2011.
3. Aurich C. Ciclurile reproductive ale cailor. *Animal Rep Sci.* 2011;124:220–2
4. Crowell-Davis SL. Comportamentul sexual al iepelor. *Horm Behav.* 2007;52:12-1
5. Donadeu FX, Watson ED. Schimbări sezoniere ale activității ovariene: lecții învățate de la cal. *Anim Rep Sci.* 2007;100:225-242.
6. Flood PF, Jong A, Betteridge KJ. Localizarea ouălor reținute în oviductele iepelor. *J Rep Fertil.* 1979;57:291-294.
7. Ginther OJ. Biologia reproductivă a iepei: aspecte de bază și aplicate. Ediția a 2-a. Cross Plains (Winsconsin, Statele Unite): Equiser vices Publishing; 1992.
8. Ginther OJ, Gastal EL, Gastal MO, Bergfelt DR, Baerwald AR, Pierson RA. Studiu comparativ al dinamicii undelor foliculare la iepe și femei. *Biol Rep.* 2004;71:1195-1201.
9. King SS, Jones KL, Mullenix BA, Heath DT. Relații sezoniere între receptorii dopaminei D1 și D2 și ARNm-ul receptorului FSH cabalin în epiteliul ovarian cabalin. *Anim Reprod Sci.* 2008;108:259-266.
10. Naden J, Amann RP, Squires EL. Creșterea testiculară, concentrațiile hormonale , caracteristicile seminale și comportamentul sexual la armăsari. *J Rep Fertil.* 1990;88:167-176.
11. Oriol JG, Betteridge KJ, Clarke AE, Sharom FJ. Glicoproteine asemănătoare mucinei în capsula embrionară ecvină. *Mol Rep Dev.* 1993;34:255-265.
12. Starbuck GR, Stout TAE, Lamming GE, Allen WR, Flint APF. Receptorul endometrial al oxitocinei și secreția uterină și de prostaglandine la iepe în timpul ciclului estral și la începutul sarcinii. *J Rep Fert.* 1998;113:173-179.
13. Steffenhagen WP, Pineda MH, Ginther OJ. Retenția ovulelor nefecundate în trompele uterine la iepe. *Am J Vet Res* . 1972;33:2391-2398.
14. Stout TAE, Allen WR. Factori de concept implicați în recunoașterea maternă a gestației la iapă. *J Reprod Fert Abstr Ser.* 1996;17:53.
15. Weber JA, Freeman DA, Vanderwall DK, Woods GL. Secreția de prostaglandină E2 de către embrionii de cabaline în stadiul de transport oviductal. *Biol Reprod.* 1991;45:540-543.

Fisiología reproductiva de la specie porcina

Joaquín Gadea

Specia porcină *(Sus scrofa domesticus)* prezintă o capacitate reproductivă ridicată datorită intervalului intergenerațional scurt, capacității de a avea mai mult de două cuiburi pe an, naturii politoce (mai mulți urmași per gestație), ciclurilor estrale pe tot parcursul anului (din punct de vedere reproductiv, nu este foarte sezonier) și progreselor remarcabile în toate domeniile (selecție genetică, nutriție, producție, reproducere etc.) în ultimele decenii. Acest lucru a dus la niveluri fără precedent de nașteri de purcei per scroafă pe an (Rocadembosch *et al.,* 2016). Acest capitol trece în revistă cele mai importante aspecte ale fiziologiei reproductive a acestei specii.

BĂRBAȚUL

Debutul pubertății la porcii masculi, sau vierii, are loc atunci când nivelul de testosteron crește în jurul vârstei de 14-16 săptămâni (Colenbrander, De Jong și Wensing, 1978). Aceasta duce la apariția primilor spermatozoizi în tuburile seminifere și la capacitatea de a obține o erecție. În săptămânile următoare, spermatozoizii apar în ejaculat, ceea

ce este considerat adevăratul început al pubertății, la vârsta de 4-5 luni. În următoarele 3-4 luni, dimensiunea testiculelor și producția de spermatozoizi cresc, permițând animalelor să producă ejaculate cu o cantitate și o calitate suficiente de spermă pentru a produce doze seminale (Tabelul 43.1). Figura 43.1 prezintă testiculele unui porc adult.

Ejaculatul are trei fracțiuni. Prima, fracțiunea prespermatică, este rezultatul secrețiilor prostatei și glandelor bulbouretrale, cu un număr de

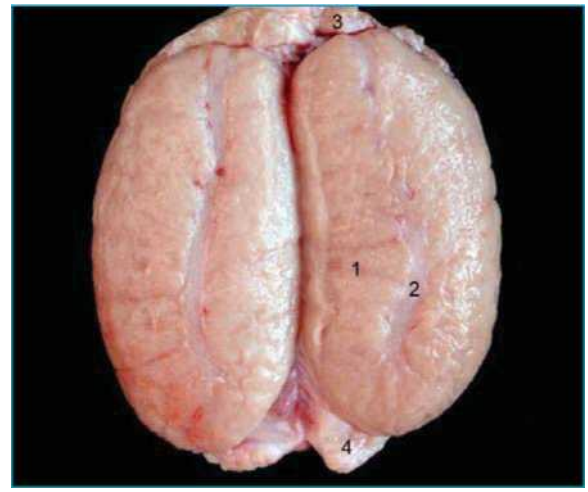


FIGURA 43.1. Secțiunea longitudinală a testiculului de porc. **1.** Parenchim. **2.** Mediastin *(testicul ret)*. **3.** Capul epididimului. **4.** Coada epididimului. (Imagine oferită de Grupul de Anatomie și Embriologie Veterinară al Universității din Murcia, Spania).

TABELUL 43.1. Valorile parametrilor seminali a 273 de ejaculate de la un total de 57 de purcei masculi, grupați în funcție de fertilitatea rezultată.

Parametru seminal	Fertilitate <85%	Fertilitate >85%
Volumul fracției bogate (ml)	103,2 ± 2,0	107,1 ± 2,1
Concentrație (nx 10^3 spermatozoizi/mm^3) Total	77,9 ± 2,5	82,2 ± 2,6
spermatozoizi în ejaculat (nx 10^6) Motilitate totală (%)	78,2 ± 2,7	86,1 ± 2,8*
Vitalitate (%)	74,1 ± 0,6	75,3 ± 0,6
Total morfanomalii (%)	84,7 ± 0,7	84,8 ± 0,7
Acrozomi normali (%)	11,9 ± 0,8	12,5 ± 1,0
	93,5 ± 0,5	93,6 ± 0,4

Modificat după Gadea, Selles și Marco, 2004.
†Diferențe cu p <0,05.

Prima porțiune este foarte săracă în spermatozoizi și are un aspect apos. A doua porțiune este bogată în spermatozoizi și de culoare albicioasă, iar o porțiune post-spermatică finală are mult mai puțini spermatozoizi și conține secreții din glandele bulbouretrale și veziculele seminale.

Mai mulți factori afectează semnificativ capacitatea reproductivă a porcilor masculi. Varicocelul este prezent la 10-25% dintre aceste animale și are un impact negativ asupra calității spermei (Gruhot *și colab.,* 2019). Stresul termic cauzat de temperaturile ambientale ridicate și de umiditate afectează spermatogeneza (vezi Capitolul 13). Prin urmare, proiectarea și menținerea condițiilor de mediu pentru porci a dus la o creștere notabilă a producției de doză de spermă (Corcuera *și colab.,* 2002).

FEMEIA

Ciclul estral

Ciclul estral la scroafe durează 18-24 de zile, cu o medie de 21 de zile. Are o fază foliculară de 5-7 zile și o fază luteală de 13-15 zile. În timpul fazei foliculare, foliculii antrali se dezvoltă în foliculi preovulatori mari (Fig. 43.2, A). Ovulația are loc în urma creșterii nivelurilor de estrogen și LH (Fig. 43.2, B și C).

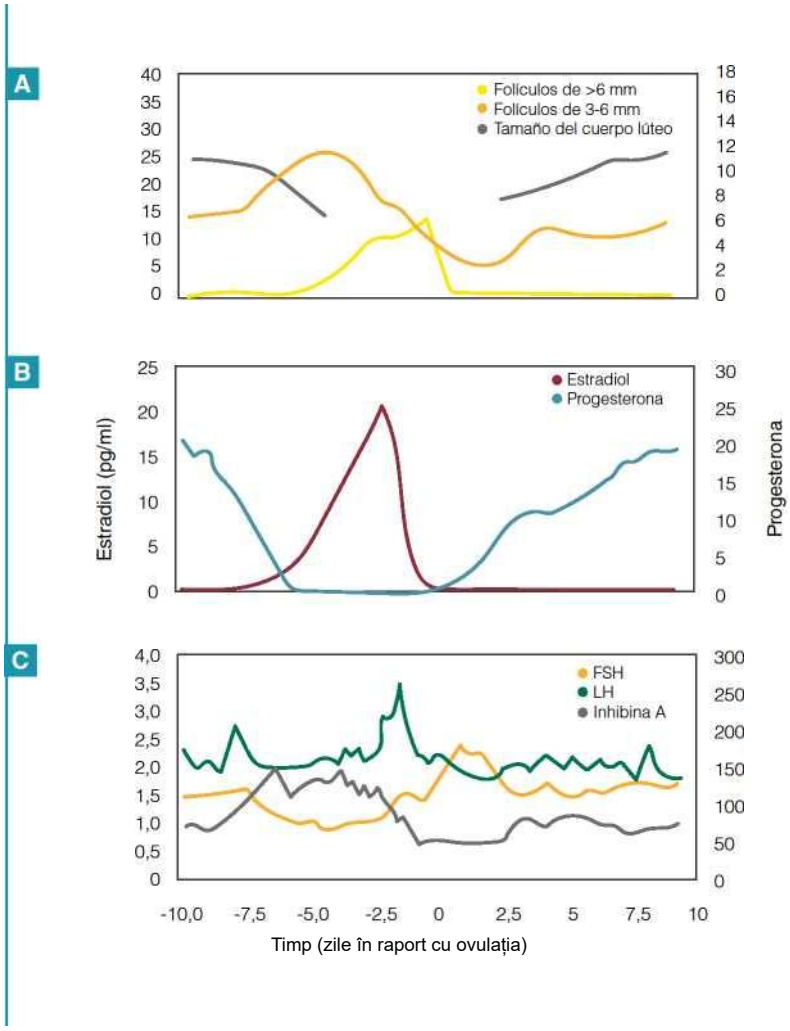


FIGURA 43.2. Evoluția dimensiunii foliculare și a corpului lutea **(A)** și a concentrației serice de hormoni (estradiol, progesteron, hormon foliculostimulant [FSH], hormon luteinizant [LH] și inhibină A) **(B și C)** în timpul ciclului estral. (Modificat după Noguchi *și colab.,* 2010).

Ovulează între 15 și 30 de ovocite pe ciclu, în funcție de vârstă, linie genetică, stare nutrițională și alți factori (Soede, Langendijk și Kemp, 2011; Kemp, Da Silva și Soede, 2018).

În prezența unui vier, durata semnelor de estrus este frecvent de 40-60 de ore, dar variază de la mai puțin de 24 de ore la mai mult de 96 de ore. Estrusul poate fi determinat prin aplicarea de presiune pe regiunea dorsală posterioară (Fig. 43.3). În această perioadă, scroafa prezintă un comportament receptiv față de vier, cu un reflex de ridicare, arcuindu-și spatele și aplatiindu-și urechile. În plus, vulva în timpul estrusului este edematoasă și de culoare roșiatică (Fig. 43.4).

Ovulația are loc la aproximativ 30-35 de ore după vârful LH, corespunzând fazei finale a perioadei de estrus - (aproximativ în ultima treime) și durează între 1 și 3 ore.

După ovulație, faza luteală începe cu formarea corpului luteal (fig. 43.5, C până la G), care ating dimensiunea maximă la o săptămână după ovulație (fig. 43.5, F și G; fig. 43.2, A) și permit o creștere a nivelului seric de progesteron (fig. 43.2, B).

În cazul în care sarcina nu este recunoscută de mamă (vezi capitolul 27) sau dacă numărul sau calitatea embrionilor este insuficientă, ruptura corpului galben are loc în ziua 15-16 post-ovulație, din cauza eliberării de prostaglandine din uter.

Fertilizarea și gestația

După inseminare, sperma de vier ajunge la oviduct și fertilizează ovocitele prezente acolo în decurs de 3-4 ore de la inseminare. Ovocitele fertilizate încep procesul de dezvoltare embrionară (Fig. 43.6). În stadiul de patru celule (aproximativ la două zile după fertilizare), genomul embrionar este activat, coincidând cu intrarea în cornul uterin, unde continuă să crească până în zilele 6-7, formând blastocitul, care eclozează prin ruptura zonei pellucide. Alungirea are loc din zilele 11-12 încolo, iar embrionul se pregătește să se implanteze în endometru.

FIGURA 43.3. Detectarea unei scroafe în călduri: aceasta este imobilizată prin presiune dorsală posterioară. Imagine de TZIDO SUN/shutterstock.com.

FIGURA 43.4. Vulvă roz și edematoasă corespunzătoare fazei de estrus la scroafă. (Imagine oferită de Grupul de Fiziologie Reproductivă al Universității din Murcia, Spania).

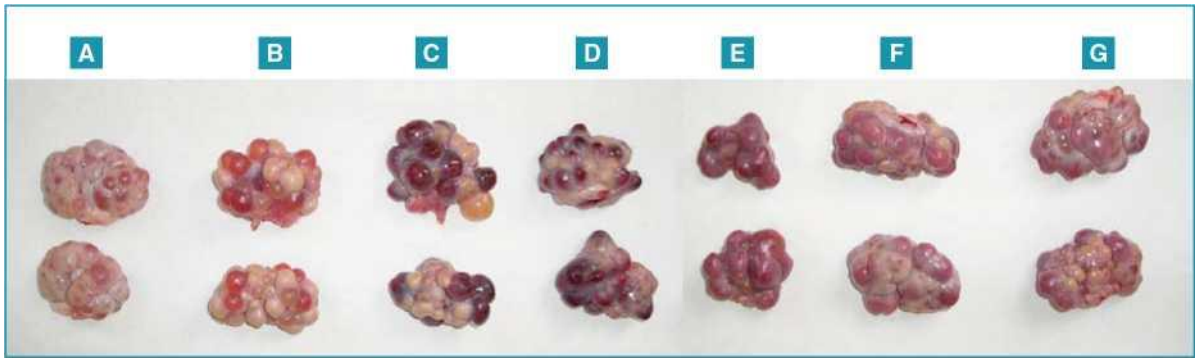


FIGURA 43.5. Ovare de scroafă în diferite faze ale ciclului estral: folicular timpuriu **(A)** , folicular târziu **(B)** , luteal timpuriu **(C și D)** , luteal intermediar **(E și F)** și luteal târziu **(G)** . (Imagini oferite de Grupul de Fiziologie Reproductivă al Universității din Murcia, Spania).

Sarcina este menținută datorită activității corpora lutea, care secretă progesteron pe întreaga durată a sarcinii, care durează aproximativ 114-116 zile.

Nașterea și alăptarea

Sfârșitul sarcinii este însoțit de o creștere a nivelului de estrogen și relaxină și de o scădere a nivelului de progesteron la mamă, împreună cu o creștere a cortizolului fetal (Fig. 43.7).

În timpul lactației, activitatea estrală a scroafei este inhibată, perioadă în care are loc involuția uterină. Înțărcarea puilor declanșează reactivarea ovariană, ceea ce duce la o creștere preovulatorie a hormonului luteinic (LH) și la dezvoltarea simptomelor de estrus la 3-5 zile după înțărcare.

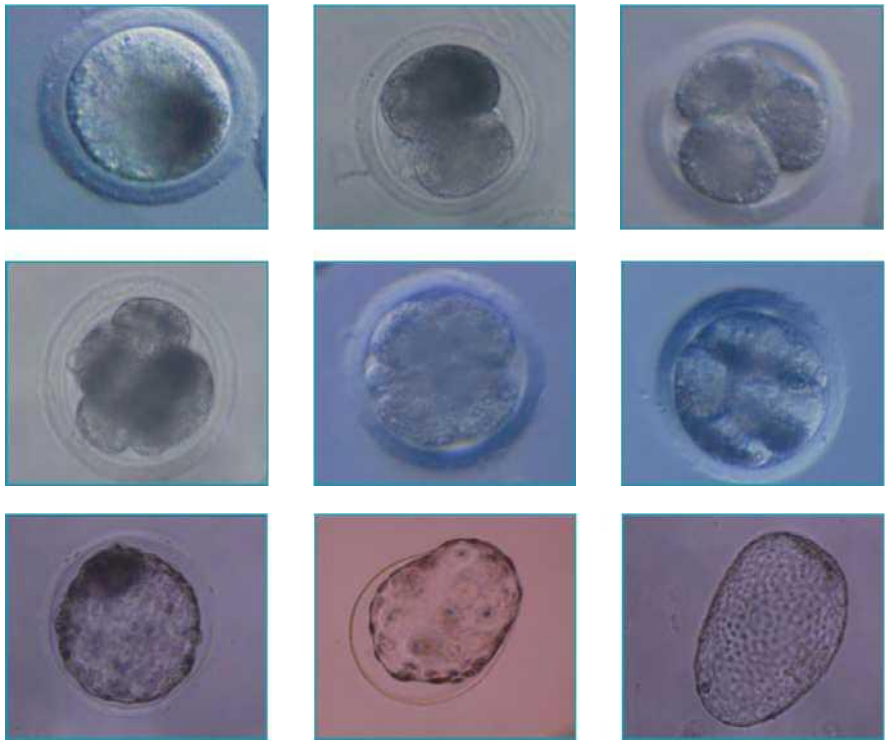


FIGURA 43.6. Dezvoltarea embrionilor porcini produși in vitro de la stadiul de zigot (sau unicelular) până la eclozarea blastocistului, moment în care aceștia interacționează cu endometrul uterin pentru a se implanta. (Imagine oferită de Grupul de Fiziologie Reproductivă al Universității din Murcia, Spania).

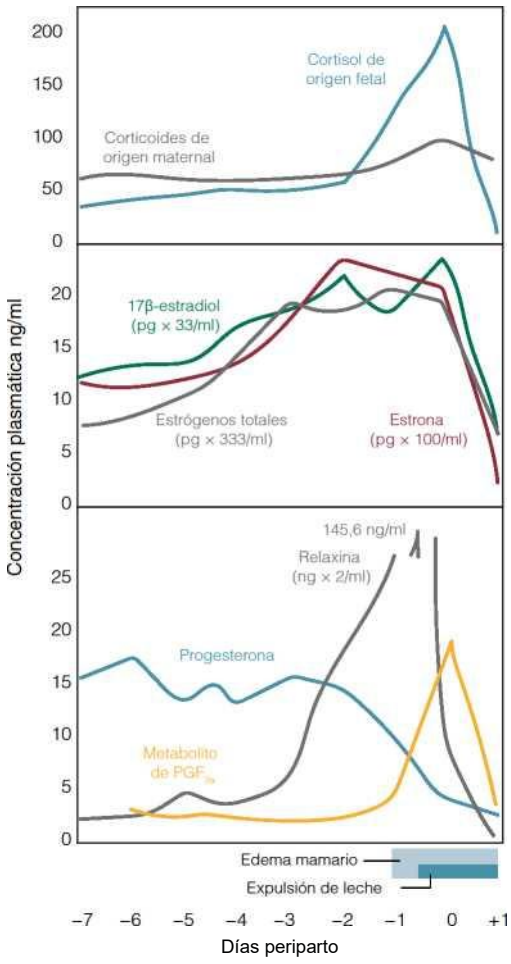


FIGURA 43.7. Modificări hormonale ale plasmei sanguine a scroafei și a fătului la sfârșitul gestației și la fătare. (Modificat după First și Bosc, 1979).

REFERINȚE

1. Colenbrander B, De Jong FH, Wensing CJ. Changes in serum testosterone concentrations in the male pig during development. *J Reprod Fertil.* 1978;53:377-380.
2. Corcuera BD, Hernández-Gil R, De Alba Romero C, Martín Rillo S. Relationship of environment temperature and boar facilities with seminal quality. *Livest Prod Sci.* 2002;74:55-62.
3. First NL, Bosc MJ. Proposed mechanisms controlling parturition and the induction of parturition in swine. *J Anim Sci.* 1979;48:1407-1421.
4. Gadea J, Selles E, Marco MA. The predictive value of porcine seminal parameters on fertility outcome under commercial conditions. *Reprod Dom Anim.* 2004;39:303-308.
5. Gruhot TR, Rempel LA, Spangler ML, Kachman SD, Mote BE. The heritability of pampiniform plexus vessel size and varicocele in boars. *Reprod Dom Anim.* 2019;54:270-274.
6. Kemp B, Da Silva CLA, Soede NM. Recent advances in pig reproduction: Focus on impact of genetic selection for female fertility. *Reprod Dom Anim.* 2018;53(Suppl 2):28-36.
7. Noguchi M, Yoshioka K, Itoh S, Suzuki C, Arai S, Wada Y, Hasegawa Y, Kaneko H. Peripheral concentrations of inhibin A, ovarian steroids, and gonadotropins associated with follicular development throughout the estrous cycle of the sow. *Reproduction.* 2010;139:153-161.
8. Rocadembosch J, Amador J, Bernaus J, Font J, Fraile LJ. Production parameters and pig production cost: temporal evolution 20102014. *Porc Health Manag.* 2016;2:11.
9. Soede NM, Langendijk P, Kemp B. Reproductive cycles in pigs. *Anim Reprod Sci.* 2011;124:251-258.

CAPÍTULO 44

Fiziologia reproductivă a camelidelor sud-americane

Marcelo Ratto

Los camélidos sudamericanos pertenecen a la familia Camelidae, e incluyen dos especies domésticas, la llama *(Lama glama) y* la alpaca *(Lama pacos)* (fig. 44.1), y dos silvestres, el guanaco *(Lama guanicoe) y* la vicuña *(Vicugna vicugna).* Históricamente, las llamas servían como animales de transporte, mientras que las alpacas eran una fuente importante de carne y fibra. Actualmente, las llamas y las alpacas son la principal fuente de ingresos para comunidades de las altas montañas de los Andes en Perú, Chile, Bolivia y Argentina, y también habitan en Colombia, Ecuador y Paraguay. La mayoría de los conocimientos de fisiología reproductiva de los camélidos sudamericanos se basan en la llama y la alpaca.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS

Las llamas y las alpacas se clasifican como ovuladores inducidos o reflejos porque se requiere la cópula para que ovulen (ver cap. 8). La edad exacta a la que las llamas y las alpacas alcanzan la pubertad no está claramente definida. Generalmente, las llamas se ponen en reproducción a los tres años, mientras que las alpacas lo hacen cuando alcanzan aproximadamente el 60 % del peso adulto. Se ha descrito que las alpacas son sexualmente receptivas y capaces de ovular a los 12 meses de edad y que las tasas de ovulación, fertilización y desarrollo embrionario de las alpacas de un año son similares a las de las alpacas adultas. Al no ovular sin la cópula, los camélidos no presentan un ciclo estral *per se,* por lo que se habla de ciclo sexual (fig. 44.2).

FASE FOLICULAR

Las llamas, las alpacas y las vicuñas presentan ondas de crecimiento folicular similares a las descritas en otras especies domésticas (ver caps. 6 y 7). Este patrón de crecimiento se produce en el contexto de tres situaciones fisiológicas: anovulatoria (no apareamiento), ovulatoria (apareamiento con macho vasectomizado) y en llamas preñadas. El folículo dominante puede alcanzar un diámetro de 9 a 15 mm en las llamas y las alpacas (figs. 44.3 y 44.4). En las llamas, el folículo dominante de la primera onda anovu- latoria se detecta tres días después de la ovulación en las hembras apareadas con un macho vasectomizado o intacto, pero los folículos subordinados no superan los 7 mm. Los folículos dominantes con diámetros más pequeños se asocian con la presencia de un cuerpo lúteo o la lactancia. En las llamas apareadas y las no apareadas el intervalo

FIGURA 44.1. Specii domestice de camelide sud-americane: lama (stânga) și alpaca (dreapta). (Imagine cu lama oferită de Rodolfo Ungerfeld).

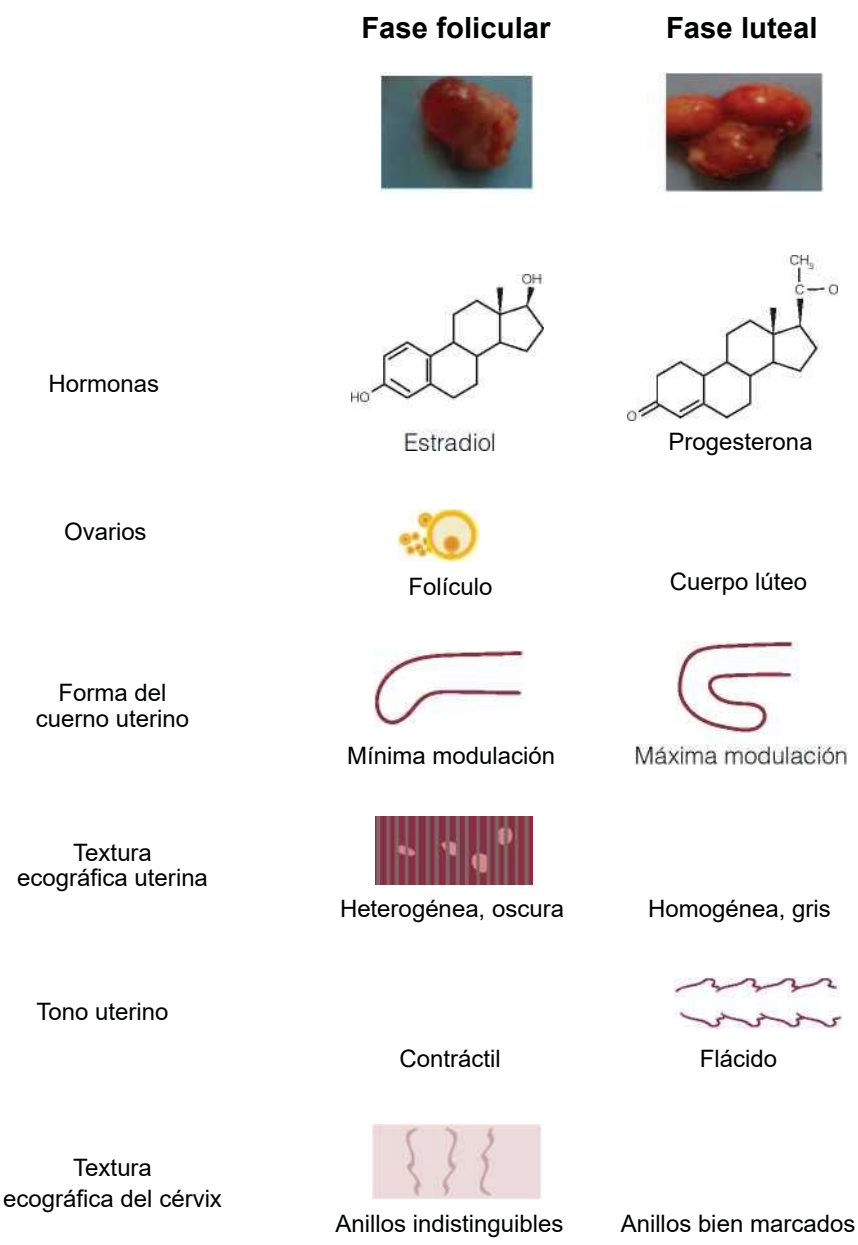


FIGURA 44.2. Modificări hormonale și anatomofiziologice ale sistemului reproducător în timpul fazelor foliculară și luteală la lame. (Adaptat după Adams, Sumar și Ginther, 1990).

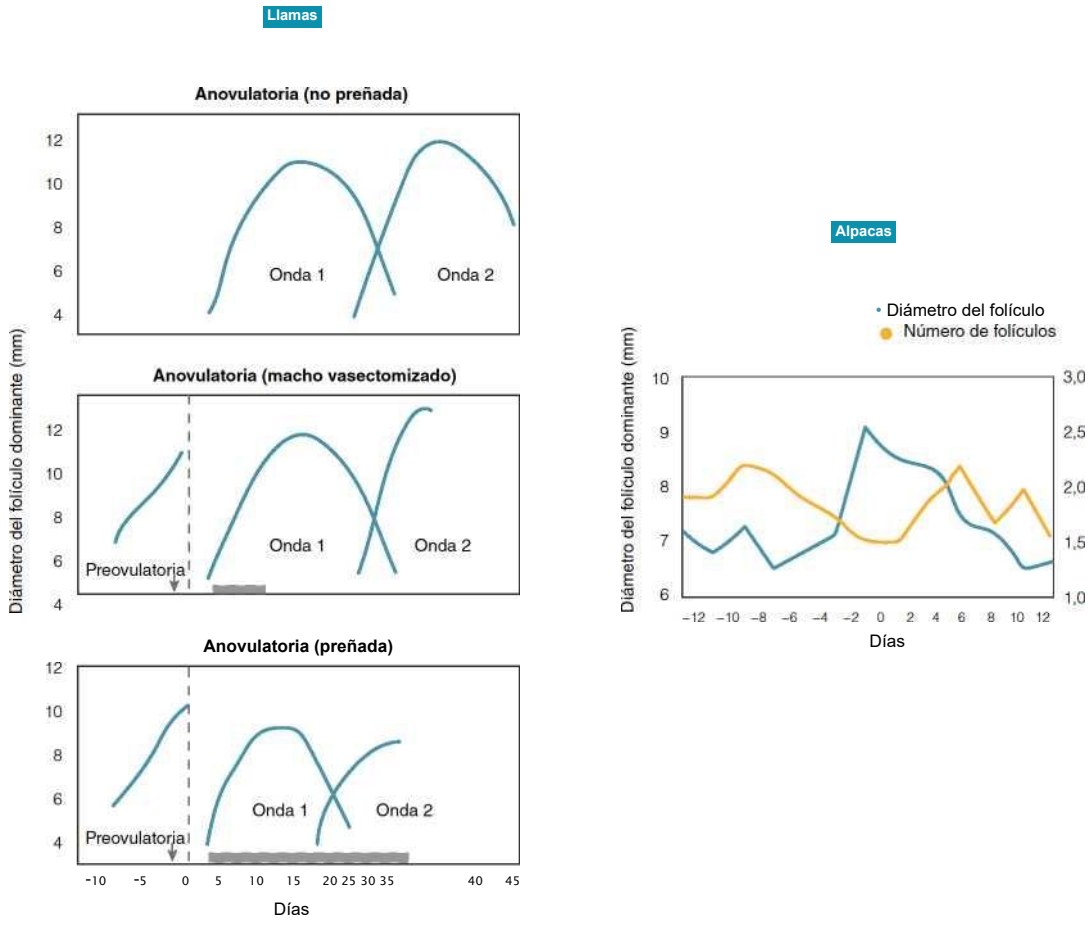


FIGURA 44.3. Dezvoltare foliculară ondulată la lame și alpaca. (Adaptat după Adams, Sumar și Ginther, 1990 și Vaughan, Macmillan și D'Occhio, 2004).

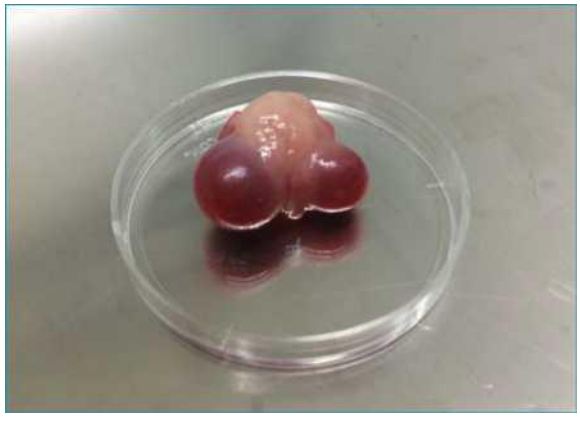


FIGURA 44.4. Folículo dominante en el ovario de una llama.

Intervalul dintre valurile ovariene este de 20 de zile, iar la lamele gestante este de 15 zile. Lactația este asociată cu un interval mai scurt între valurile ovariene, de 2,5 zile. Dimensiunea foliculului dominant la alpaca poate varia între 7 și 12 mm în diametru, în timp ce intervalul dintre valurile ovariene poate fi de 12-15 zile.

FAZĂ LUTEALĂ

Diametrul maxim al corpului galben și concentrațiile plasmatice maxime de progesteron sunt detectate în ziua 8 (luând ziua de împerechere ca ziua 0), când PGF2 $_{\text{crește}}$ la ambele specii. Luteoliza începe în ziua 10 la femelele

negestante, la care

Concentrațiile bazale de progesteron se găsesc în jurul zilei 14. Uterul controlează regresia corpului luteal la lamele și alpaca care nu sunt gestante. Histerectomia parțială prelungește durata de viață a corpului luteal ipsilateral față de cornul uterin lipsă. În plus, cornul uterin drept pare să aibă un efect luteolitic local și se propune ca și cornul uterin stâng să aibă un efect luteolitic atât local, cât și sistemic.

Dacă femela rămâne gestantă, corpul galben persistă pe tot parcursul gestației. Gestația durează 331–361 de zile la lame și 325–361 de zile la alpaca. Deși s-a observat o rată ridicată de fertilizare (70–80%), 25% până la 50% dintre embrionii de alpaca se pierd în primele 30 de zile de gestație. Nu se știe dacă această pierdere mare de embrioni se datorează unui defect intrinsec al gameților sau unor modificări ale mediului uterin. Nouăzeci și opt la sută din sarcini se implantează în cornul uterin stâng, indiferent de locul ovulației, indicând migrarea embrionară de la cornul uterin drept la cel stâng.

COMPORTAMENT SEXUAL ȘI OVULAȚIA

Alpaca și lamele prezintă perioade prelungite de receptivitate sexuală, de până la 36 de zile, alternând cu perioade de non-receptivitate de 48 de ore. Lama receptivă sexual adoptă o poziție culcată sternală (poziție copulatorie) atunci când este curtată de un mascul (Fig. 44.5). Încrucișările lamă-alpaca (guarizo) manifestă un comportament agresiv în timpul curtării, înainte de montare (Fig. 44.6 și 44.7). Poziția culcată sternală de montare facilitează colectarea spermei, care poate fi efectuată cu ajutorul unui manechin (Fig. 44.8 până la 44.9). Cu toate acestea, receptivitatea sexuală nu este întotdeauna asociată cu prezența unui folicul dominant sau preovulator.

Femelele non-receptive resping masculul scuipând, lovind cu piciorul și țipând, dar prezența unui mascul agresiv, dominant poate determina femelele non-receptive să adopte poziția copulatorie. Comportamentul sexual la femelele non-receptive este strâns corelat cu prezența unui corp galben.

Concentrațiile de LH cresc la 15 minute după copulație și ating un vârf la 2 ore, revenind la nivelurile inițiale la 7 ore după împerechere. Creșterea rapidă a LH plasmatic după copulație seamănă cu cea observată la iepuri după o singură împerechere. Se pare că, spre deosebire de pisică,

FIGURA 44.5. Împerecherea prin flacără. (Imagini oferite de Rodolfo Ungerfeld).

Numărul de împerecheri nu crește rata ovulației sau amplitudinea creșterii nivelului de LH la lame și alpaca (vezi Capitolul 8). O proteină, γ -NGF, care se găsește în plasma seminală a lamelor și alpaca, induce creșterea nivelului de LH și, prin urmare, ovulația. Masculii uretrostomizați (stimulare fizică în timpul copulației, dar fără depunerea ejaculării) nu induc ovulația.

DOMENII PUȚIN STUDIATE

Există aspecte ale reproducerii la aceste animale despre care nu se cunoaște practic nimic, cum ar fi incidența ridicată a mortalității embrionare, factorii legați de migrația embrionară și semnalele implicate în recunoașterea gestației de către mamă. Avansarea cunoștințelor noastre în acest domeniu ar putea avea, fără îndoială, un efect pozitiv asupra fertilității femelelor la aceste specii.

FIGURA 44.6. Comportamente de curtare la arborele guarizo. (Imagini oferite de Rodolfo Ungerfeld).

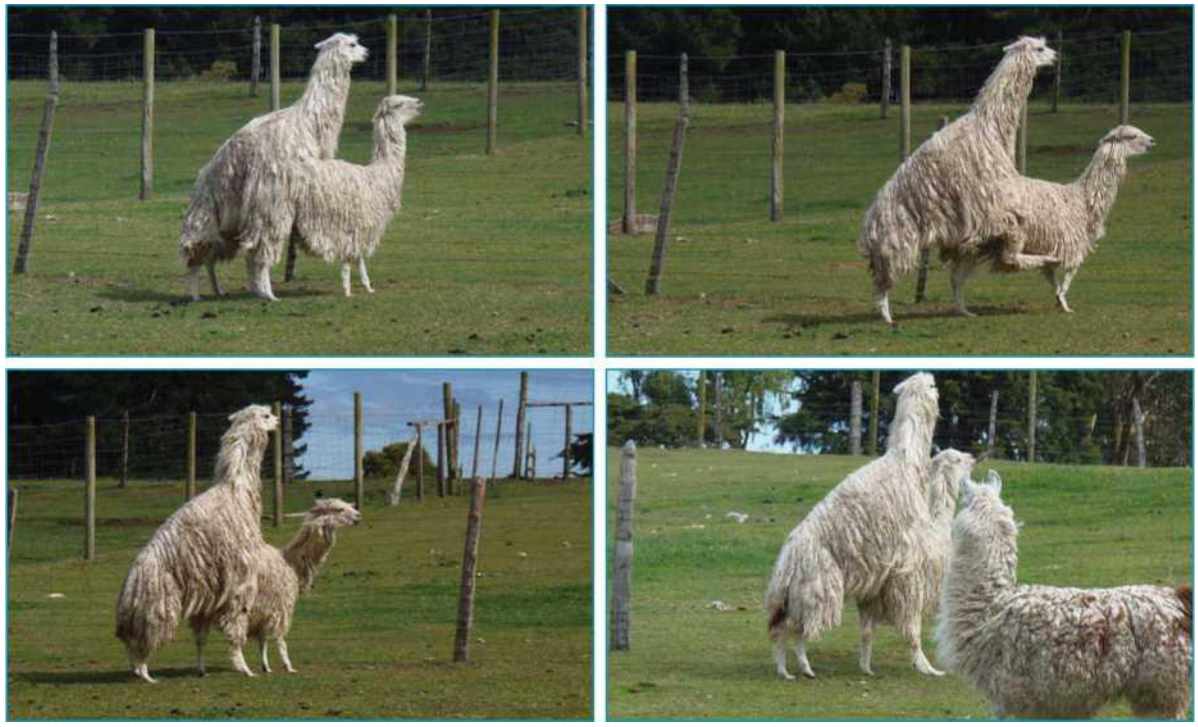


FIGURA 44.7. Comportamentul de montare în guarizo. (Imagini oferite de Rodolfo Ungerfeld).

FIGURA 44.8. Colectarea spermei în flăcări în timpul montării unei femele. (Imagini oferite de Rodolfo Ungerfeld).

FIGURA 44.9. Colectarea spermei în flăcări în timpul montării unui manechin.

FIGURA 44.9. Colectarea spermei în flăcări în timpul montării unui manechin.

REFERINȚE

1. Adams GP, Sumar J, Ginther OJ. Efectele stării lactaționale și reproductive asupra undelor foliculare ovariene la lame *(Llama glama). J Re prod Fertil.* 1990:90:535-545.
2. Vaughan J, Macmillan KL, D'Occhio MJ. Caracteristicile undelor foliculare ovariene la alpaca. *Anim Reprod Sci.* 2004;80:353-361.

Această carte oferă medicilor veterinari și studenților interesați de procesele reproductive ale animalelor domestice toate cunoștințele disponibile pe această temă, prezentate într-o manieră captivantă, educativă și complet actualizată. Elaborarea sa a implicat autori experți din 12 țări, ceea ce îmbogățește semnificativ lucrarea, deoarece abordează tehnici și tehnologii, precum și caracteristicile reproductive ale speciilor și sistemelor agricole din diverse părți ale lumii.

Cartea acoperă aspectele cele mai elementare și generale ale reproducerii animalelor domestice, cum ar fi endocrinologia reproductivă și fiziologia femelei și masculului, prezentate într-o manieră transversală. De asemenea, abordează subiecte care nu se regăsesc în alte cărți despre reproducerea animalelor, cum ar fi comportamentul reproductiv, influența climei și a altitudinii și nutriția, înainte de a trece la alte probleme transversale, cum ar fi gestația și postpartumul, precum și pubertatea. Secțiunea finală include capitole specifice despre reproducerea fiecărei specii, explorând în detaliu caracteristicile lor particulare.

ISBN 978-84-18339-26-4

9 788418 339264

49,00 €